



*Companhia
Energética de
São Paulo*

Impermeabilização e Calafetação

*Diretoria de Engenharia e Construções
Departamento de Obras II
Residência Ilha Solteira e Três Irmãos*

Impermeabilização e Calafetação

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

FOLHA

01

Uma Obra como a Hidroelétrica Ilha Solteira é um motivo de orgulho e um atestado de competência de Projetistas, Empreiteiras, Fiscalização, todos enfim que trabalharam na sua construção. Seus três milhões e seiscentos e oitenta mil metros cúbicos de concreto admiravelmente projetados e executados simbolizam um monumento ao arrojo, a capacidade e a tecnologia nacionais.

Não cremos desmerecer nenhuma empresa se, neste trabalho, narramos algumas importantes lições adquiridas à custa de erros e acertos, pois esse é o caminho inevitável a ser trilhado quando se busca o domínio sobre determinada tecnologia. Afinal, apesar de tudo o que foi feito, estamos apenas no começo, pois somente aproveitamos pouco mais de dez por cento do nosso potencial hidráulico. É tempo de incorporarmos esta experiência em prol de nossa tecnologia.

Ilha Solteira, 16 de abril de 1979.

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

EUI

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS		FOLHA 02
OBRA:	USINA ILHA SOLTEIRA	
ASSUNTO:	IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO	

I N D I C E

1	- ESPECIFICAÇÃO ORIGINAL DOS SERVIÇOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO	FOLHA 09
2	- SEQUÊNCIA DE EXECUÇÃO E MATERIAIS APLICADOS	FOLHA 10
3	- INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NAS ESTRUTURAS DA TOMADA D'ÁGUA E CASA DE FORÇA	FOLHA 12
4	- SERVIÇOS DE REPAROS DA IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO	FOLHA 19

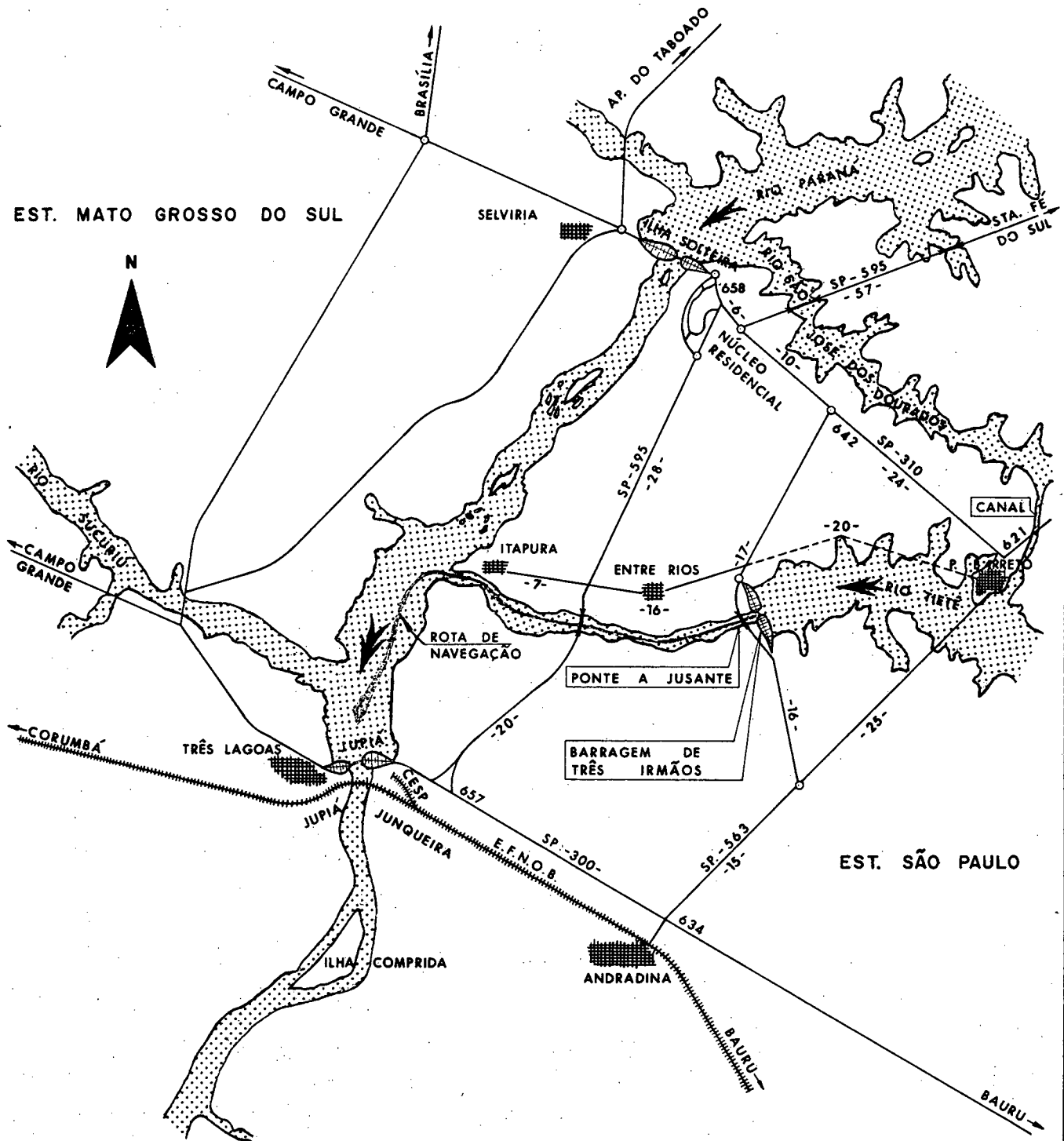
RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

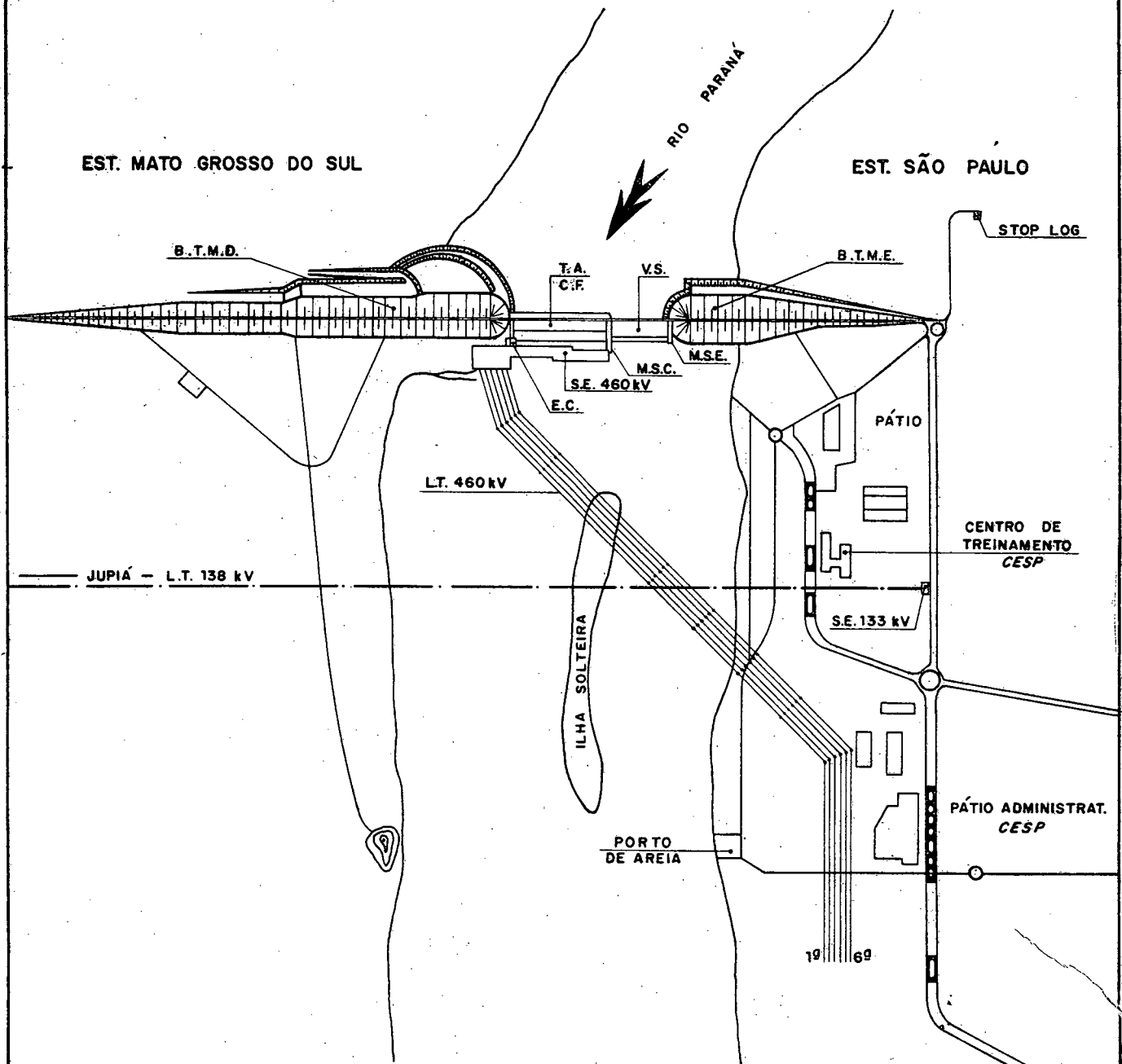
FOLHA

03



QUILÔMETROS { 100 NO LOCAL
- 15- DISTÂNCIA ENTRE LOCAIS

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS		FOLHA 04
OBRA:	USINA ILHA SOLTEIRA	
ASSUNTO:	IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO	



Arranjo Geral da Usina Ilha Solteira

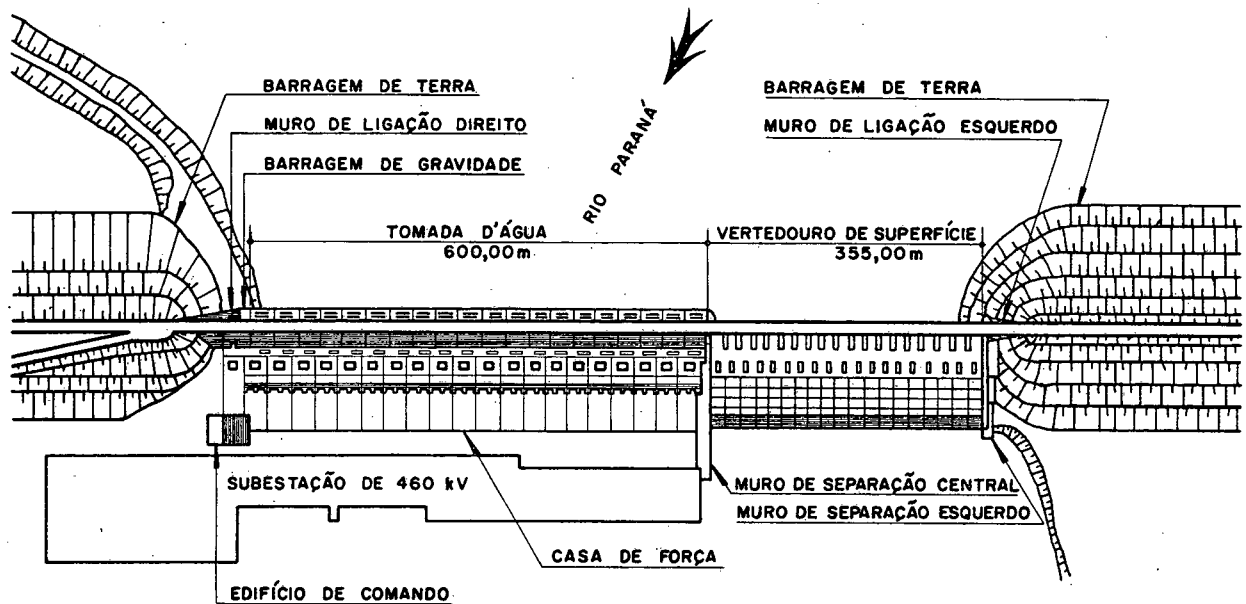
RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

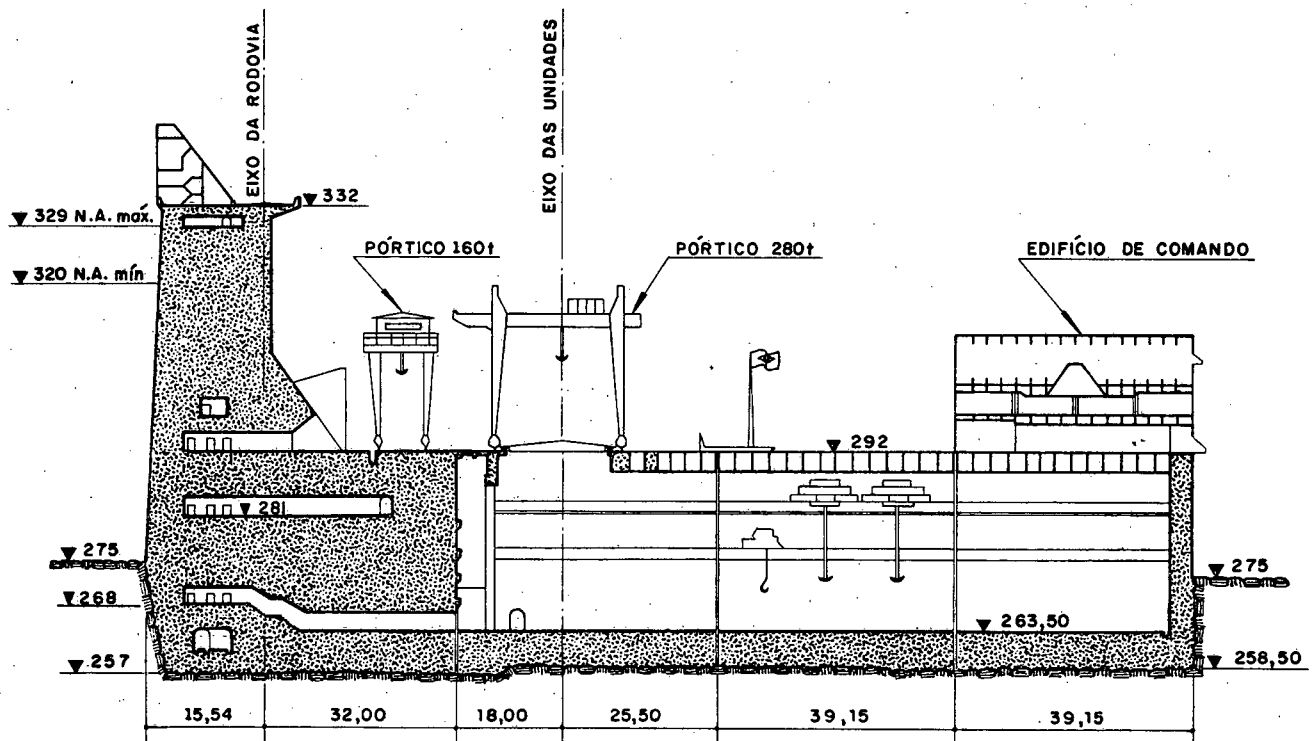
ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

FOLHA

05



Planta das Estruturas de Concreto



Corte da Barragem de Gravidade e Hall de Montagem

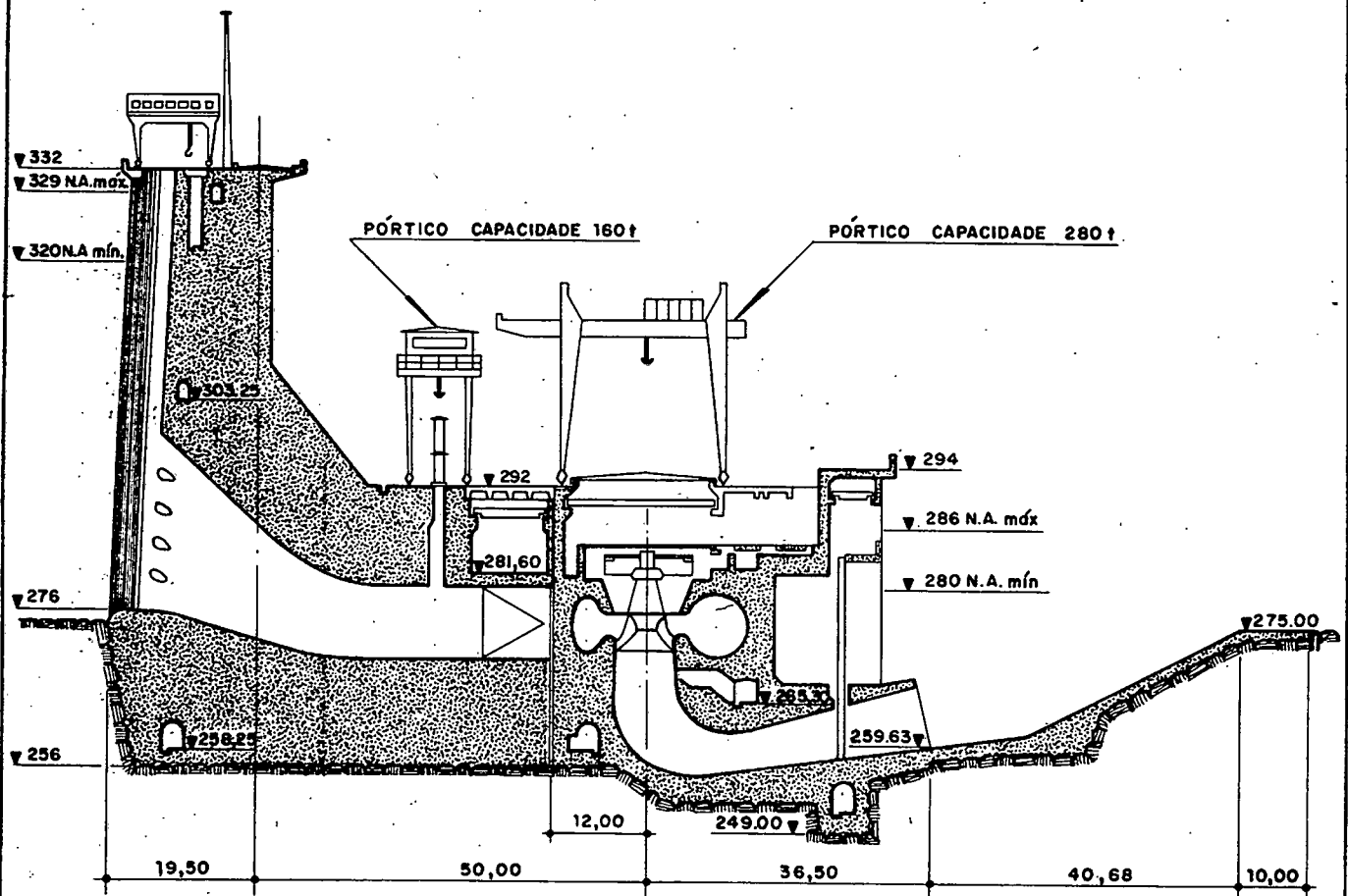
RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

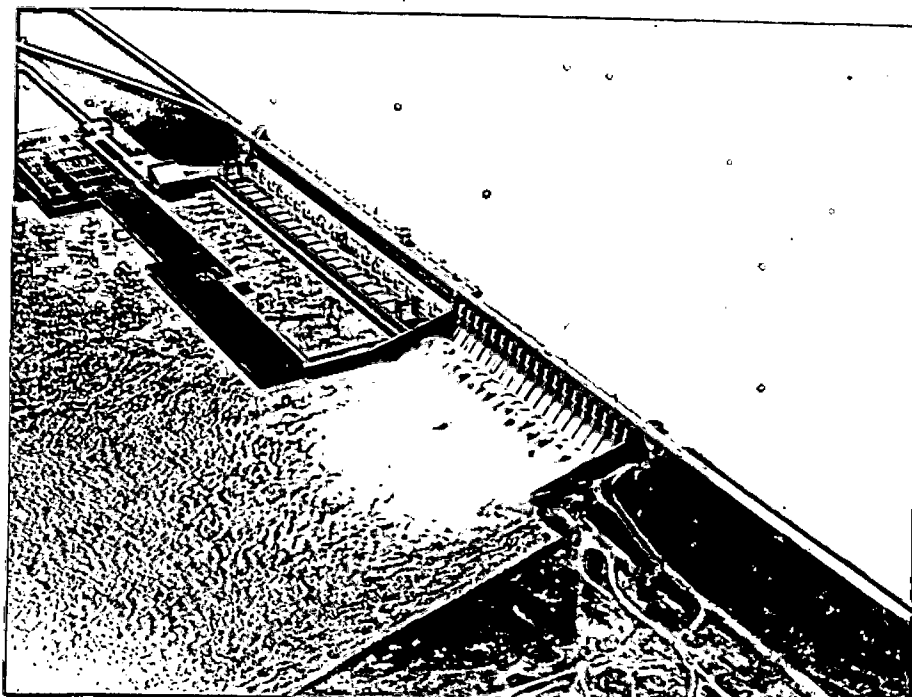
ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

FOLHA

06



Corte Transversal da Tomada D' Água e Casa de Força



Vista parcial da Usina Ilha Solteira.

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS		FOLHA 07
OBRA:	USINA ILHA SOLTEIRA	
ASSUNTO:	IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO	

ESTRUTURA DE CONCRETO DA USINA ILHA SOLTEIRA.

Tomada D'Água/Casa de Força/Vertedouro de Superfície/Muro de Ligação Direito/Muro de Separação Central/Muro de Separação Esquerdo/Muro de Ligação Esquerdo/Hall de Montagem/Edifício de Comando/Subestação 460kV.

ESTRUTURAS DA USINA QUE RECEBERAM IMPERMEABILIZAÇÃO E/OU CALAFETAÇÃO.

TOMADA D'ÁGUA, COTA 292,00 - Pista de rolamento sobre os pré-moldados de cobertura da galeria dos equipamentos e área entre os trilhos do Pórtico de 160t.

CASA DE FORÇA, COTA 292,00 - Laje de cobertura dos geradores e painéis de comando local.

HALL DE MONTAGEM, COTA 292,00 - Laje de cobertura.

EDIFÍCIO DE COMANDO - Laje de cobertura.

TOTAIS EXECUTADOS.

ÁREA IMPERMEABILIZADA - 34.628 m²

VOLUME DE MATERIAL UTILIZADO PARA CALAFETAÇÃO - 33.900ℓ.

ESTRUTURAS ONDE OCORRERAM OS PROBLEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO.

TOMADA D'ÁGUA - Cota 292,00

CASA DE FORÇA - Cota 292,00

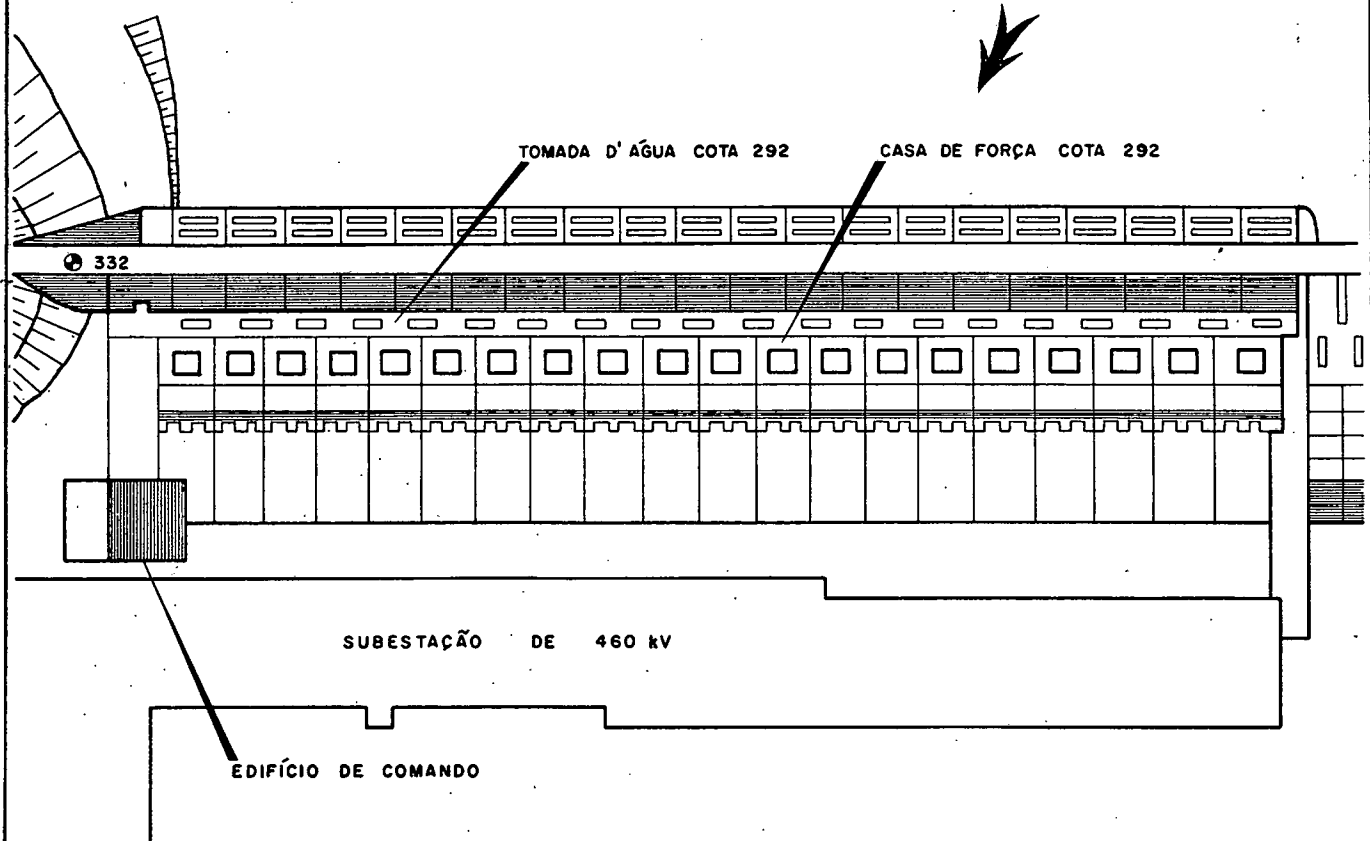
RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

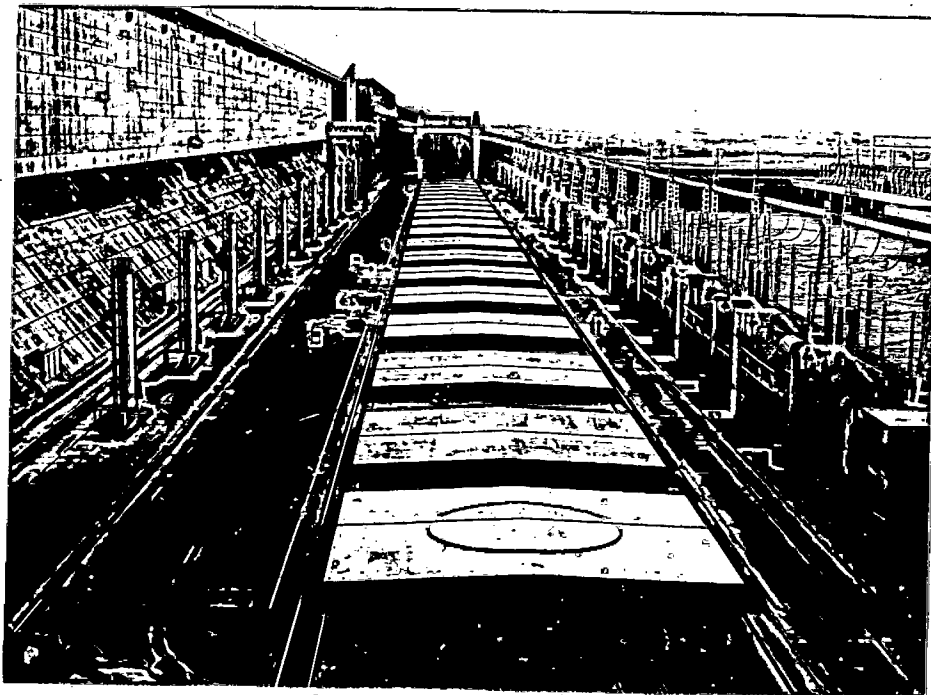
ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

FOLHA

08



Planta da Localização da Área Impermeabilizada



Vista Geral da área Impermeabilizada.

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS	FOLHA 09
OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA	
ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO	

1 - ESPECIFICAÇÃO ORIGINAL DOS SERVIÇOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO.

1.1 - ESPECIFICAÇÕES DO CONTRATO.

1.1.1 - Impermeabilização parcial.

"Impermeabilização com duas membranas betuminosas de feltro de vinte e cinco libras, intercaladas em asfalto oxidado de 0,94 penetração 20/30."

1.1.2 - Impermeabilização normal.

"Impermeabilização à base de Neoprene e Hypalon, em seis camadas, intercaladas com tecido tipo AS-250.

Sobre a impermeabilização propriamente dita, aplicação de uma proteção intermediária constante de quatro membranas betuminosas, de feltro de vinte e cinco libras, intercaladas com asfalto oxidado de 0,94 penetração 20/30."

1.1.3 - Calafetação.

"Para os serviços de calafetação, aplicação de mästique Isojunx/Epx, junto dos trilhos e onde mais se tornar necessário.

As calafetações com mästique serão sempre acompanhadas com reforços de Nylon-NK-7 com o respectivo tratamento à base de elastômeros".

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

FOLHA

10

2 - SEQUÊNCIA DE EXECUÇÃO E MATERIAIS APLICADOS.

2.1 - IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE.

- a) Preparo da superfície;
- b) Aplicação de três camadas de Neoprene (borracha sintética);
- c) Aplicação de uma camada de tecido AS-250;
- d) Aplicação de três camadas de Hypalon (borracha sintética);
- e) Aplicação de quatro membranas betuminosas com asfalto oxidado de penetração 20/30.

2.2 - CALAFETAÇÃO DAS JUNTAS.

- a) Preparo da superfície;
- b) Colocação de isopor no interior da junta para suporte do mastique (ver desenho da folha seguinte).
- c) Aplicação de uma camada de tecido de Nylon NK-7;
- d) Preenchimento da junta com mastique elastômero (Isojunx);
- e) Teste com água durante vinte e quatro horas.

2.3 - ACABAMENTO DA SUPERFÍCIE.

O acabamento da superfície impermeabilizada, foi feito com placas de concreto moldadas "in loco" com espessura variando de 5cm a 12cm, garantindo, desta maneira a proteção da impermeabilização.

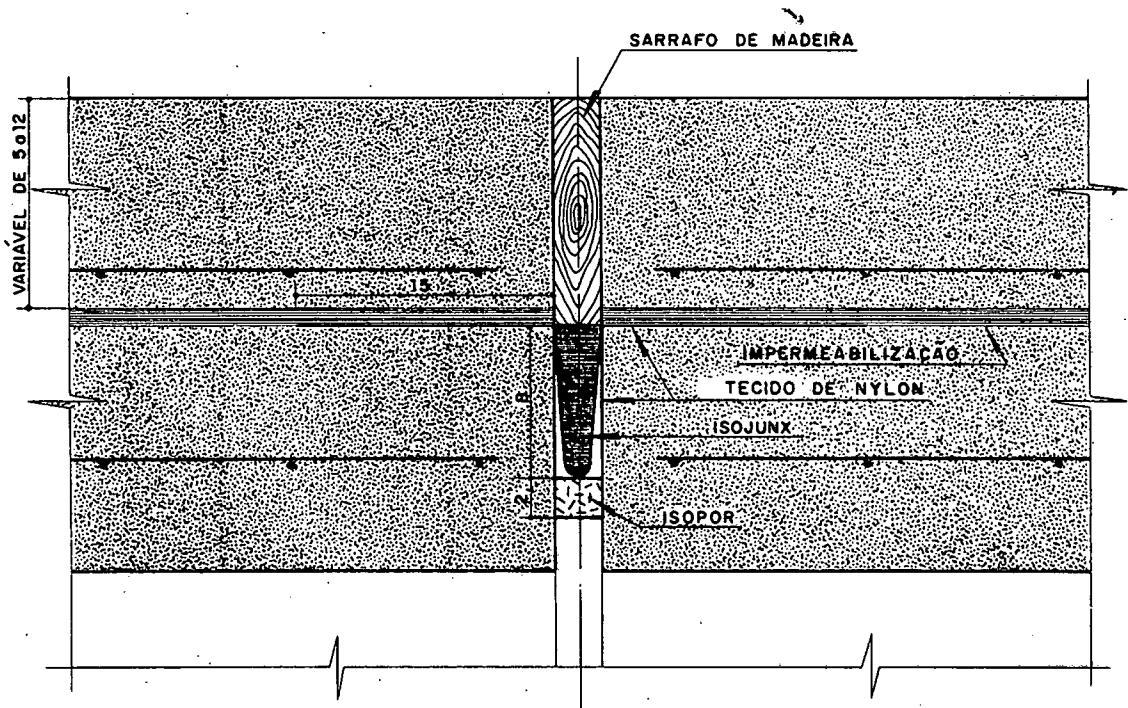
RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

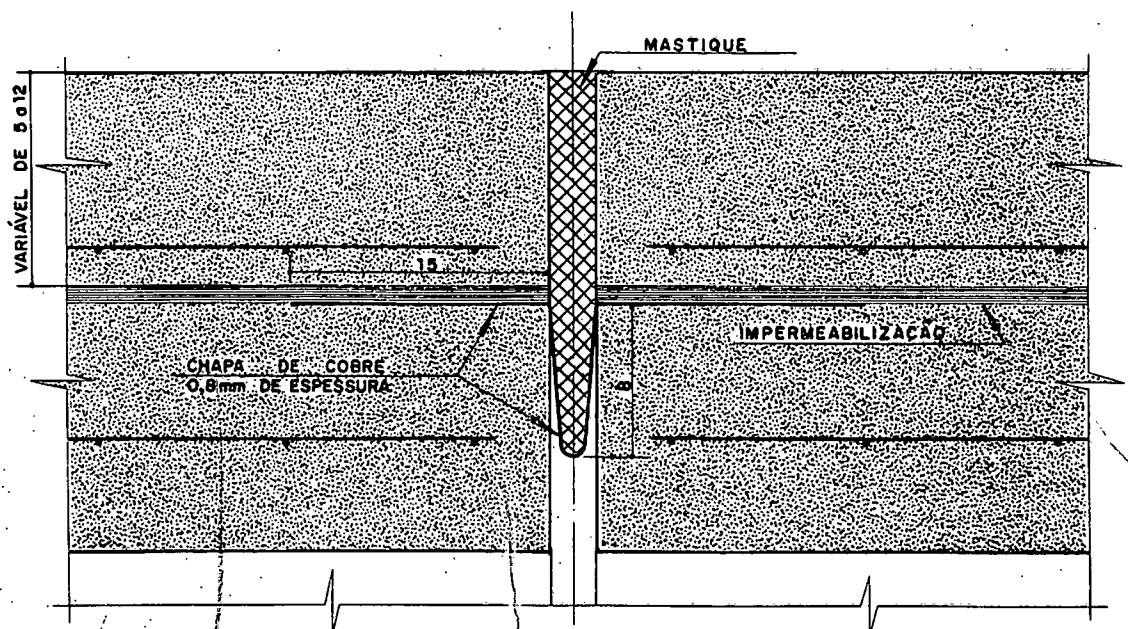
FOLHA

11



Detalhe Típico do Projeto Modificado e Executado

OBSERVAÇÃO: O projeto original, previa a colocação de chapa de cobre de 0,8mm de espessura ao longo das juntas das estruturas, a qual foi substituída pelo tecido de Nylon NK-7.



Detalhe Típico do Projeto Original

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS		FOLHA 12
OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA		
ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO		

3 - INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NAS ESTRUTURAS DA TOMADA D'ÁGUA E CASA DE FORÇA.

3.1 - COMENTÁRIOS.

Dois anos após a execução da impermeabilização, observou-se em vários locais dessas estruturas, contínuas infiltrações de água para o interior da Usina, isto é, na galeria de equipamentos da Tomada D'Água (cota 281,60), galerias dos geradores (cota 281,00) e dos painéis de controle (cota 284,90), da Casa de Força.

3.2 - PRINCIPAIS CAUSAS QUE DERAM ORIGEM ÀS INFILTRAÇÕES.

3.2.1 - Entre o trilho e a placa de acabamento.

Não foi empregado material elástico (mastique ou similar) cuja função seria de calafetação como também a de absorção de parte da movimentação das placas de acabamento provocada pela dilatação térmica.

A não aplicação do material elástico, agravada pelo excesso de carga constantemente aplicada nesta região durante a fase de construção da Usina, onde se concentraram todos os tipos de lançamento de concreto e montagem, praticamente provocou o rompimento nas placas (faixa A e B), conforme desenhos das folhas nº 13 e nº 14.

Com o rompimento das placas, conforme foto das folhas nº 15 e nº 16, a impermeabilização ficou desprotegida e foi, conseqüentemente, danificada ocasionando as infiltrações.

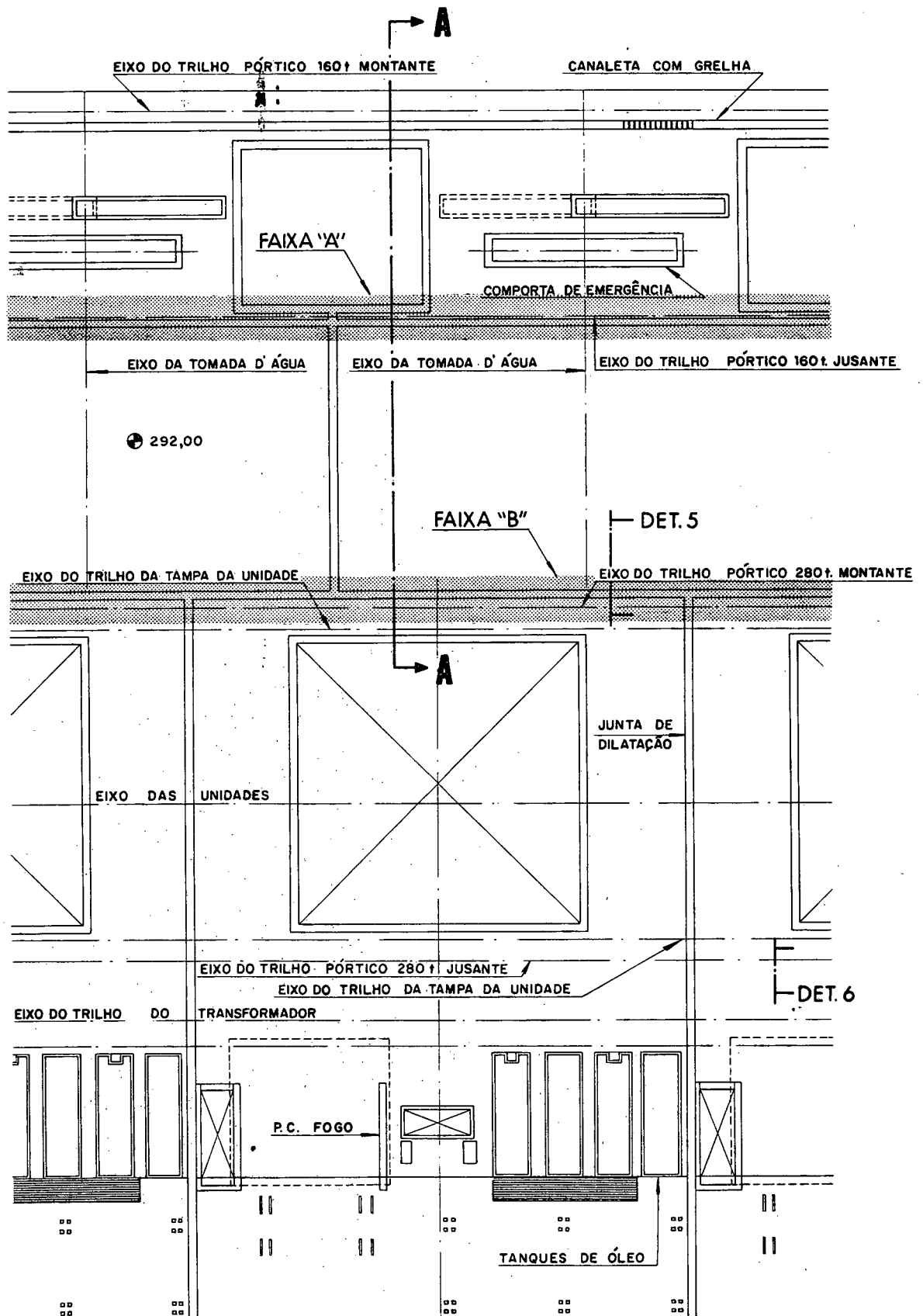
RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

FOLHA

13



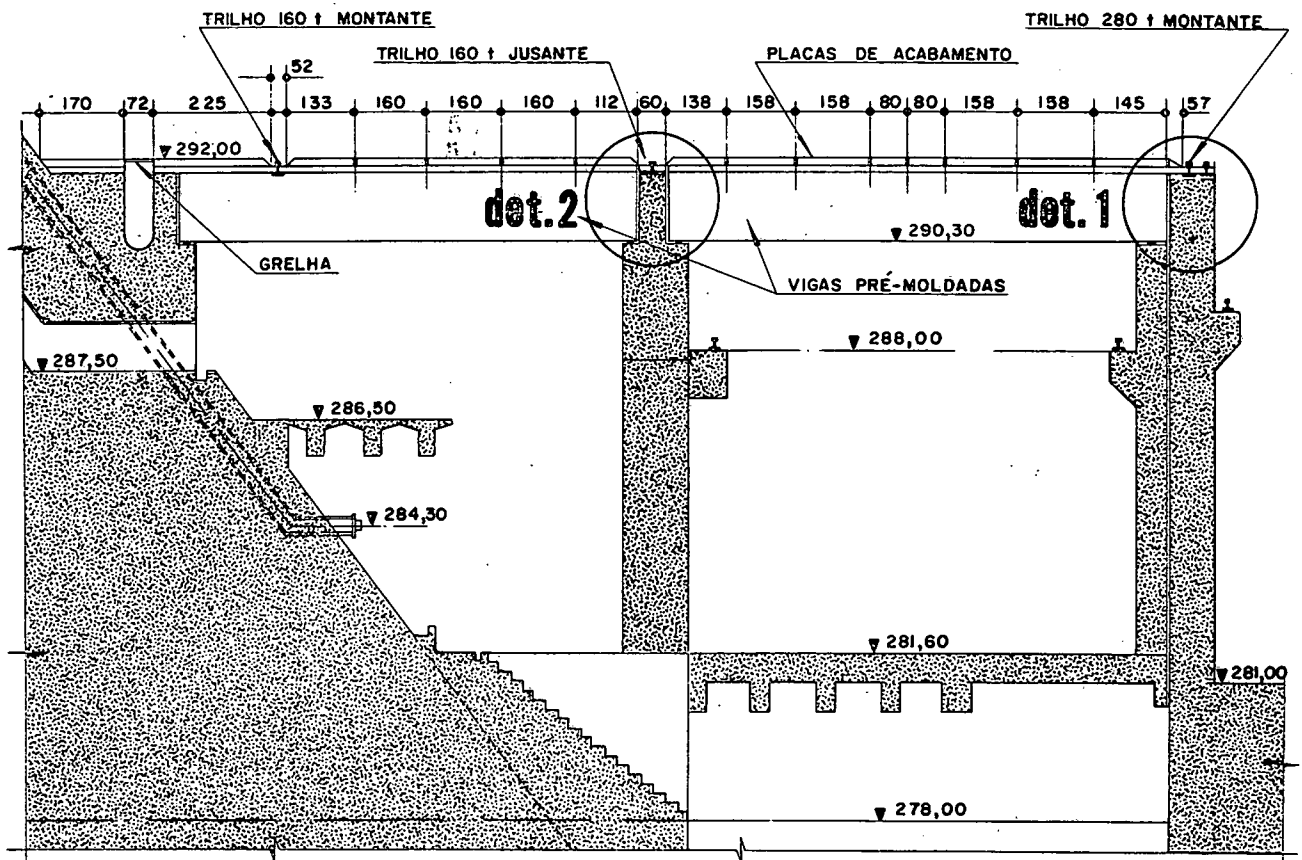
RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

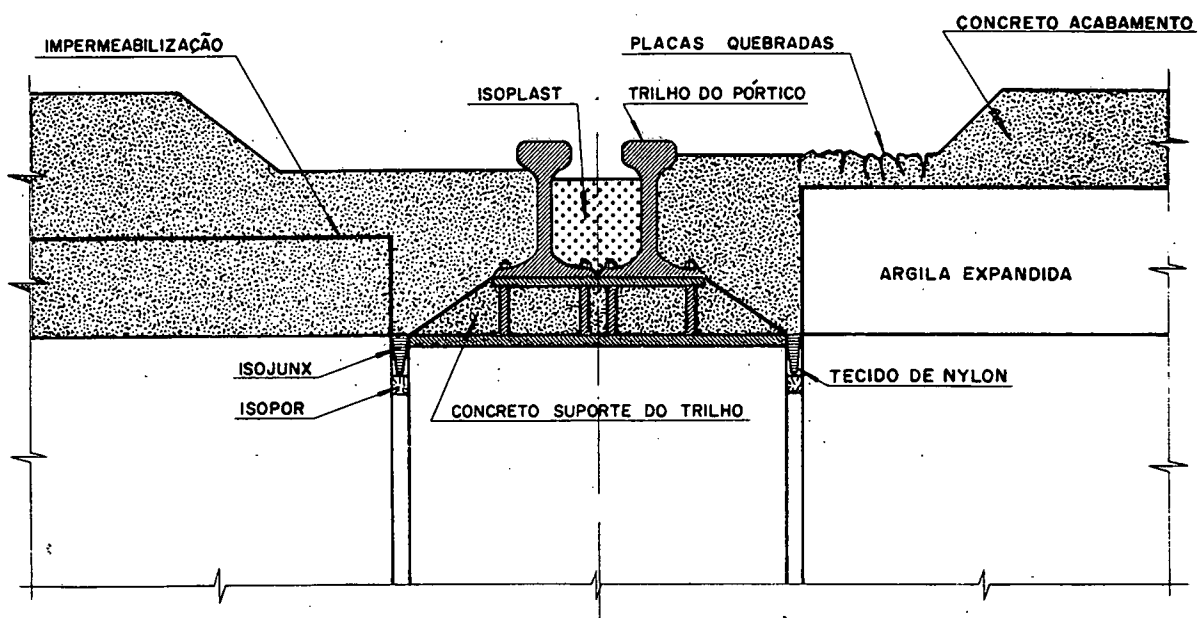
ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

FOLHA

14



Corte A-A



detalhe 1

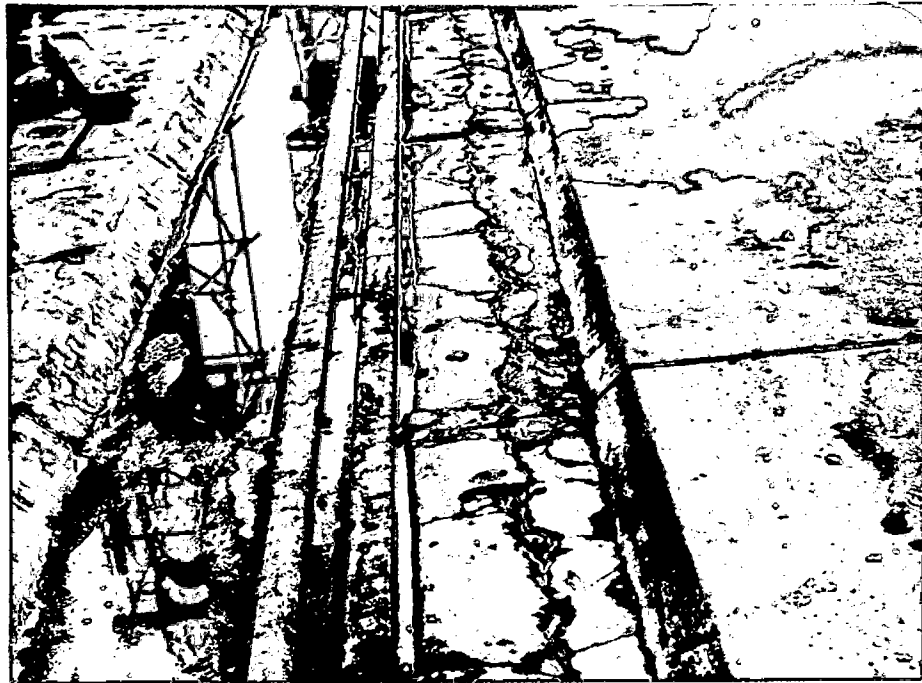
RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

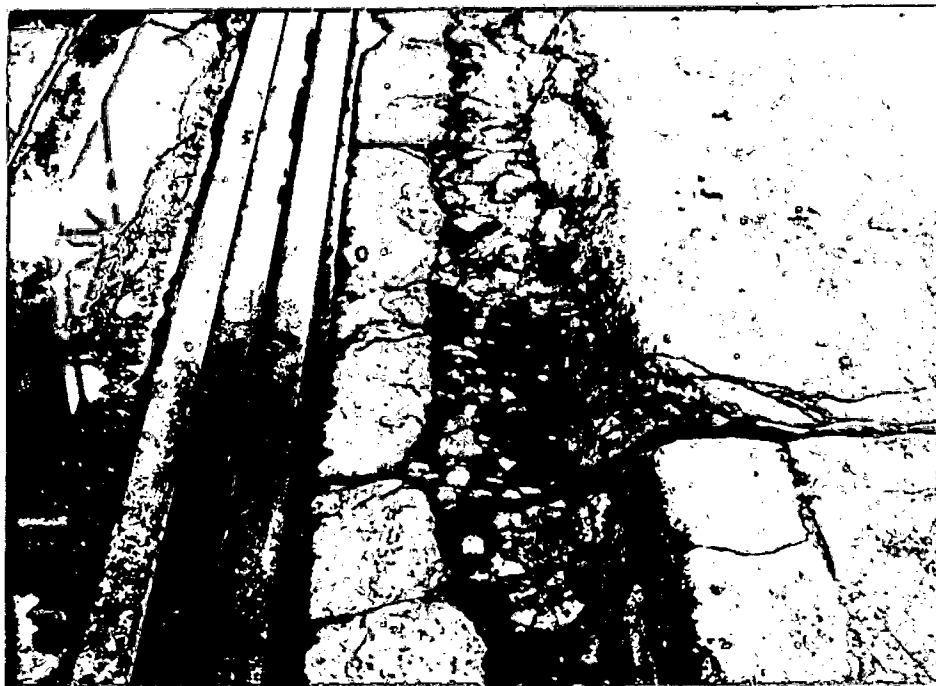
ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

FOLHA

15

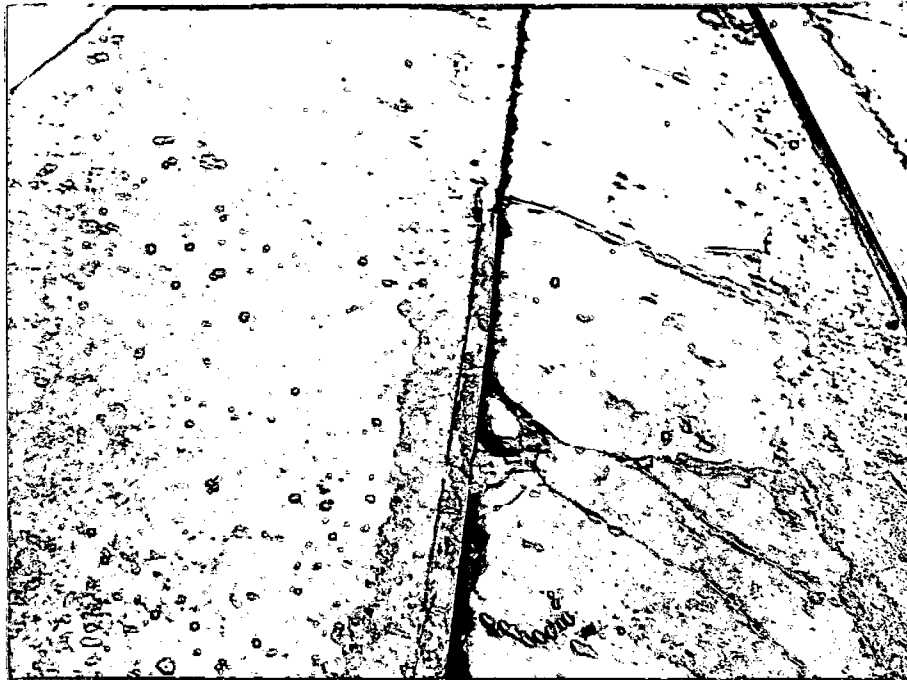


Aspecto das placas de acabamento junto ao trilho de jusante do Pórtico de 160t.



Detalhe das placas de acabamento junto ao trilho de jusante do Pórtico de 160t.

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS		FOLHA 16
OBRA:	USINA ILHA SOLTEIRA	
ASSUNTO:	IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO	



Aspecto das placas de acabamento junto ao trilho de montante do Pórtico de 280t.

3.2.2 - Material empregado nos serviços de calafetação de juntas.

Apesar de sua boa qualidade, algumas vezes apresentou problemas de polimerização isto é, não atingiu as características elásticas desejadas apresentando-se ora muito rígido, sem nenhuma elasticidade, com descolamento ao longo das juntas, ora muito mole, sem consistência alguma.

As causas que deram origem a esses problemas são discutíveis e entre algumas delas podemos citar a variação das dosagens dos componenetes A e B e deficiência na homogeneização da mistura.

Pudemos atestar o acima exposto durante a execução das investigações nos locais de infiltrações d'água, pois verificamos que o material aplicado nestes locais encontrava-se bastante alterado em relação às características normais conhecidas, conforme fotos a seguir.

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

FOLHA

17



Aspecto do Isojunx não catalizado.



*Aspecto do mastique Isojunx descolado do concreto
ao longo da junta.*

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

FOLHA

18



Aspecto do mastique Isojunx descolado do concreto
ao longo da junta.



Aspecto do mastique Isojunx descolado do concreto
ao longo da junta.

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

FOLHA

19

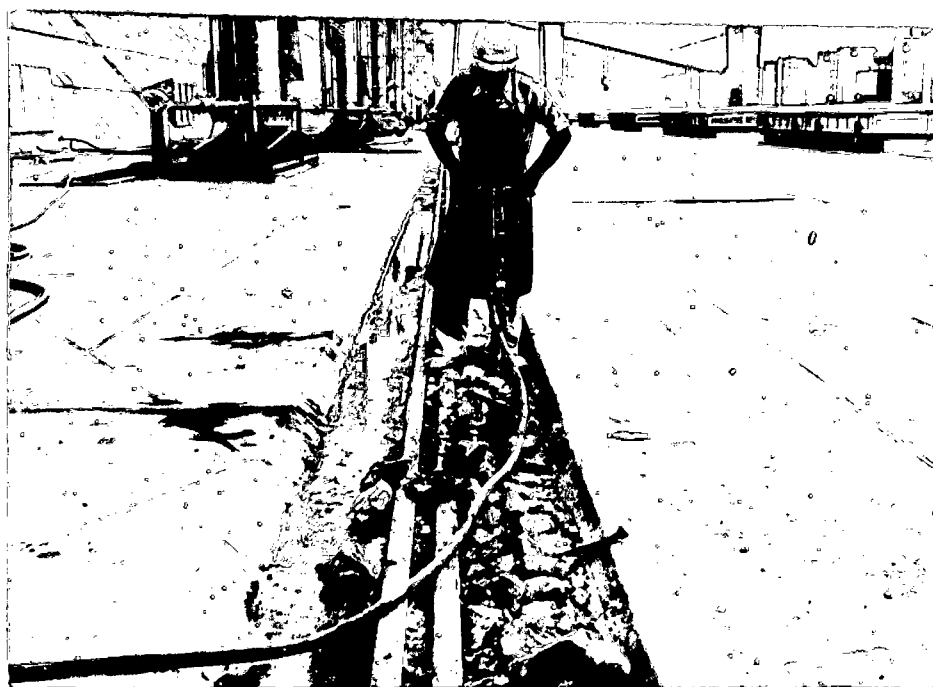
4 - SERVIÇOS DE REPARO DA IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO.

4.1 - TOMADA D'ÁGUA.

Juntas longitudinais dos pré-moldados da cota 292,00 com a viga suporte do trilho de jusante do Pórtico de 160t.

4.1.1 - Comentário.

Por ocasião da execução dos serviços de reparos nas juntas longitudinais do trilho de jusante do Pórtico de 160t, procedeu-se a retirada do trilho do "Guindaste Stothert & Pitt", montado juntamente com o trilho do "Pórtico de 160t", o qual foi utilizado durante a construção da Obra.



Rompimento do concreto junto aos trilhos.

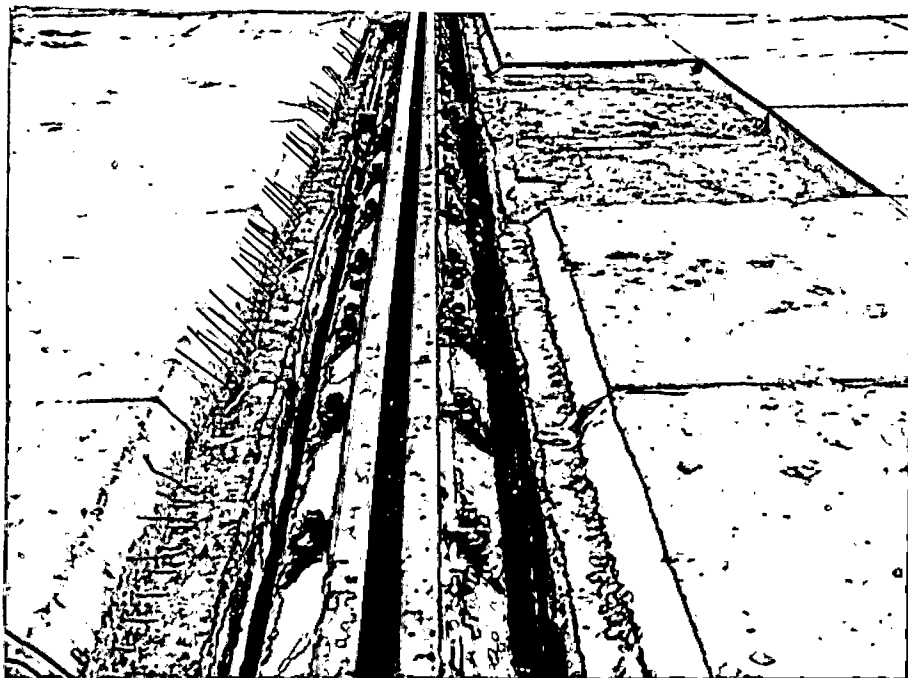
RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

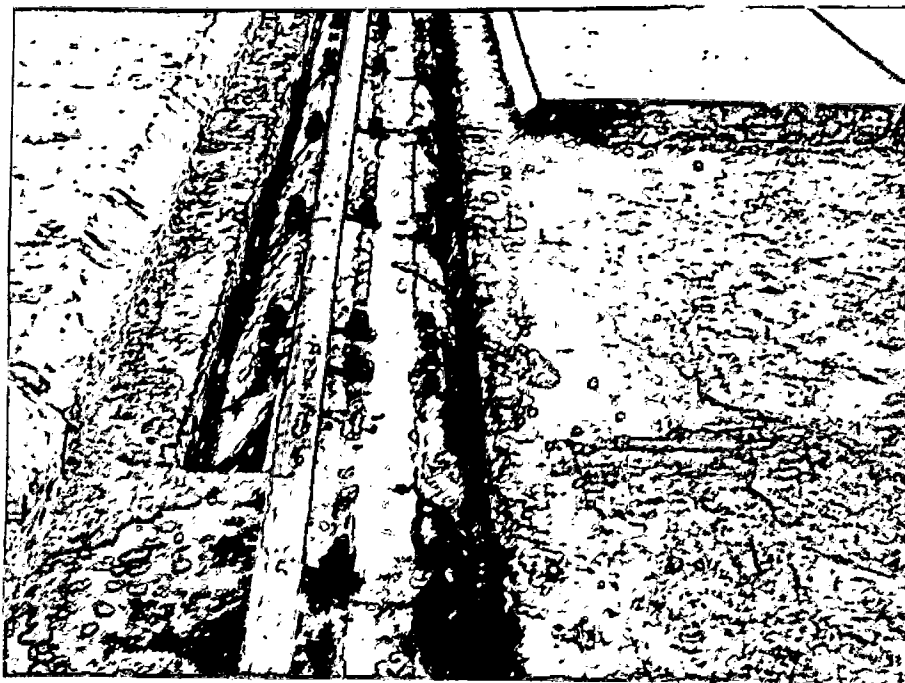
ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

FOLHA

20



Vista do acabamento junto aos trilhos após o rompimento.

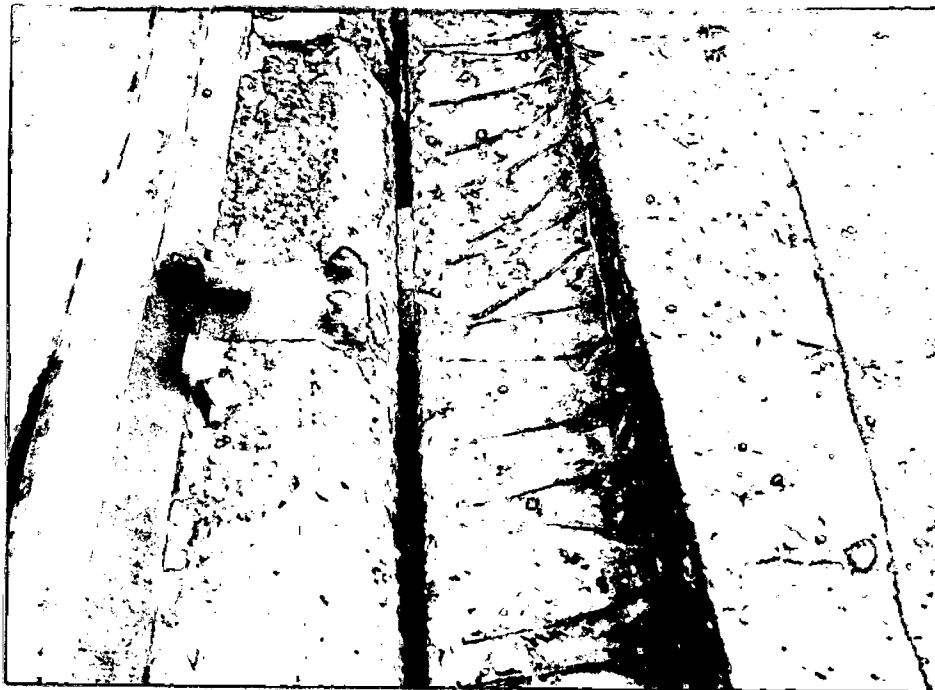


Aspecto após a remoção do trilho do guindaste Sthotert & Pitt.

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS	FOLHA 21
OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA	
ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO	

Os vazamentos existentes nestas juntas foram eliminados após a execução dos reparos, procedendo-se as seguintes modificações, conforme desenho da folha nº 23.

- a) Rompimento do concreto leve (argila expandida) executado junto ao trilho, para aumentar a espessura da placa de acabamento de 5cm para 12cm, conforme a foto abaixo.



Faixa rompida, após remoção do trilho do guindaste.

- b) Colocação de armaduras de ferro nas placas de concreto, para suportar melhor a ação dos esforços das cargas de máquinas e veículos sobre elas. Projeto nº VIS.THC.01-3096, conforme a foto da folha seguinte.

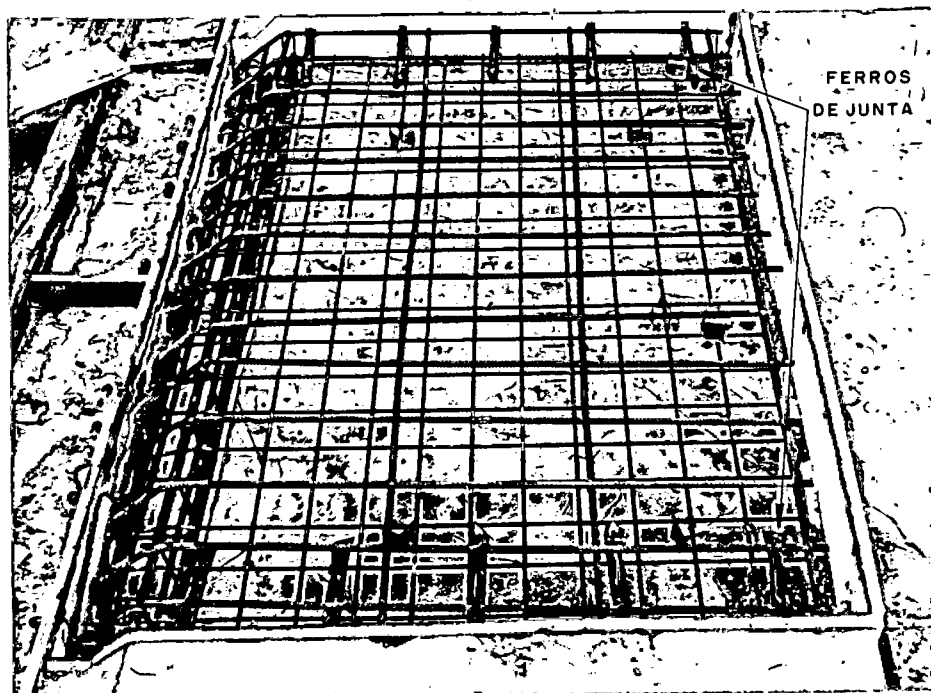
RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: — USINA ILHA SOLTEIRA

ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

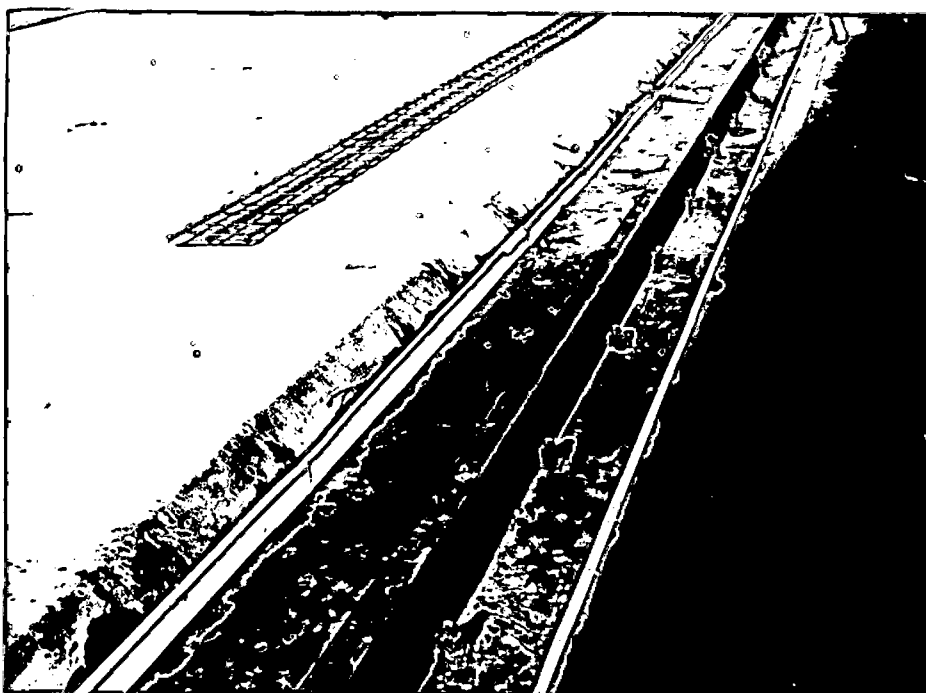
FOLHA

22



Placa em condições de receber o concreto. Note detalhe dos ferros de junta, envolvidos com papel alcatroado para evitar aderência.

- c) Aplicação de isopor nas juntas de dilatação entre as placas de concreto de acabamento, conforme a foto abaixo e desenho da folha seguinte.



Detalhe da junta de dilatação.

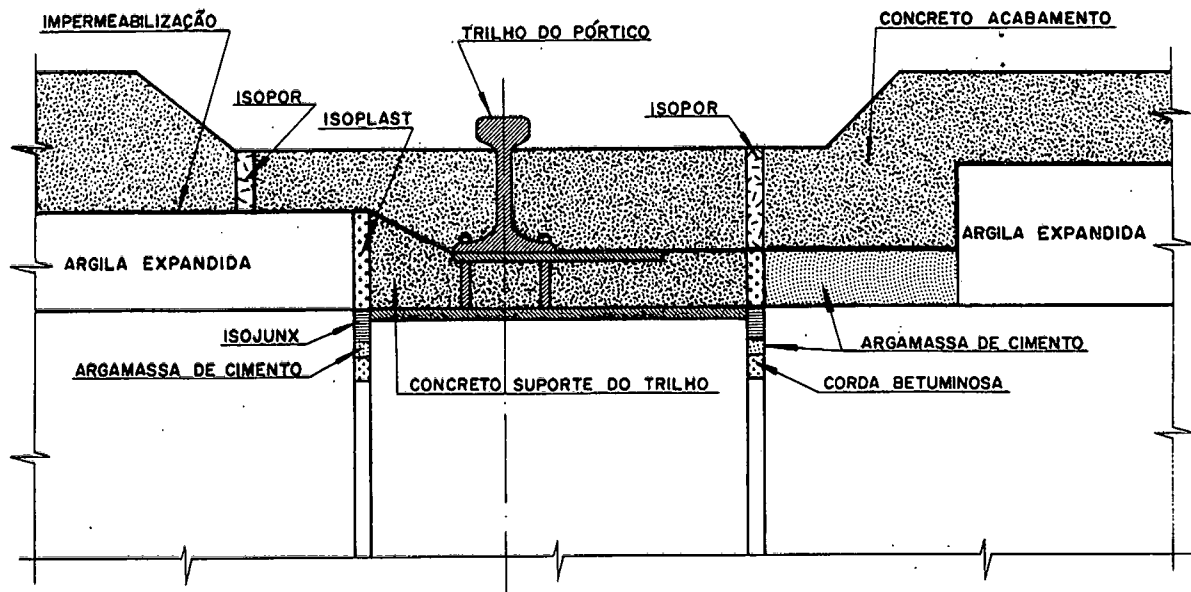
RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

FOLHA

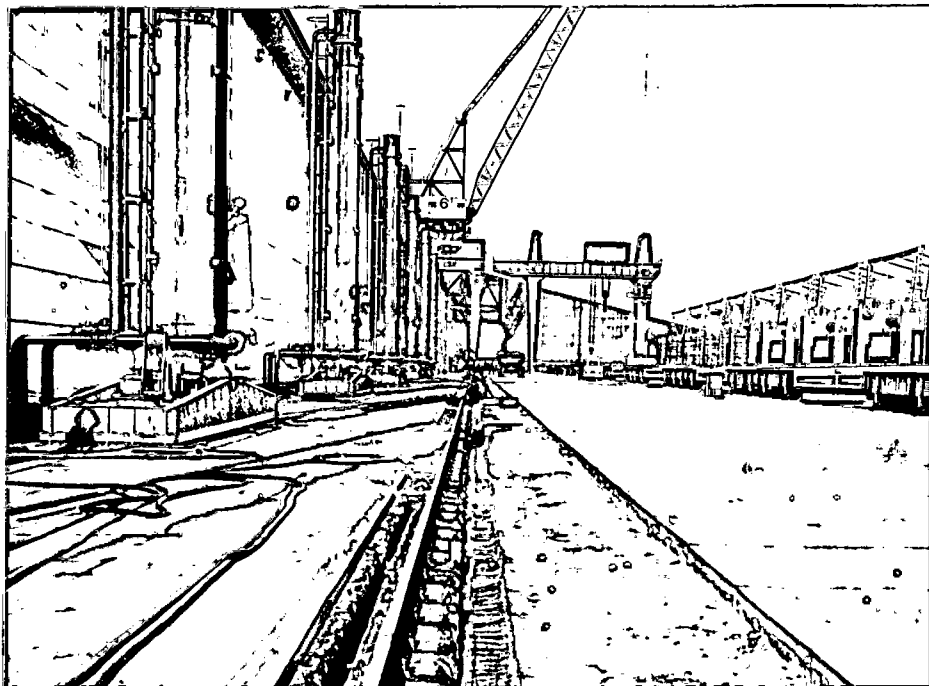
OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

23



detalhe 2



Aspecto geral da frente de serviço.

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

FOLHA

24



Rompimento das placas de concreto junto ao trilho da TA16 a TA20.

4.1.2 - Sequência dos serviços de reparos.

a) A partir da junta entre a Tomada D'Água-01 e Barragem de Gravidade até a Tomada D'Água-16, a primeira linha de placas de concreto junto ao trilho foi totalmente removida por se encontrar bastante danificada, não compensando seu aproveitamento, conforme se vê na foto da folha anterior.

Da Tomada D'Água-16 a Tomada D'Água-20, as placas se encontravam em melhor estado e foram aproveitadas rompendo-se apenas o reparo, conforme a foto acima.

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

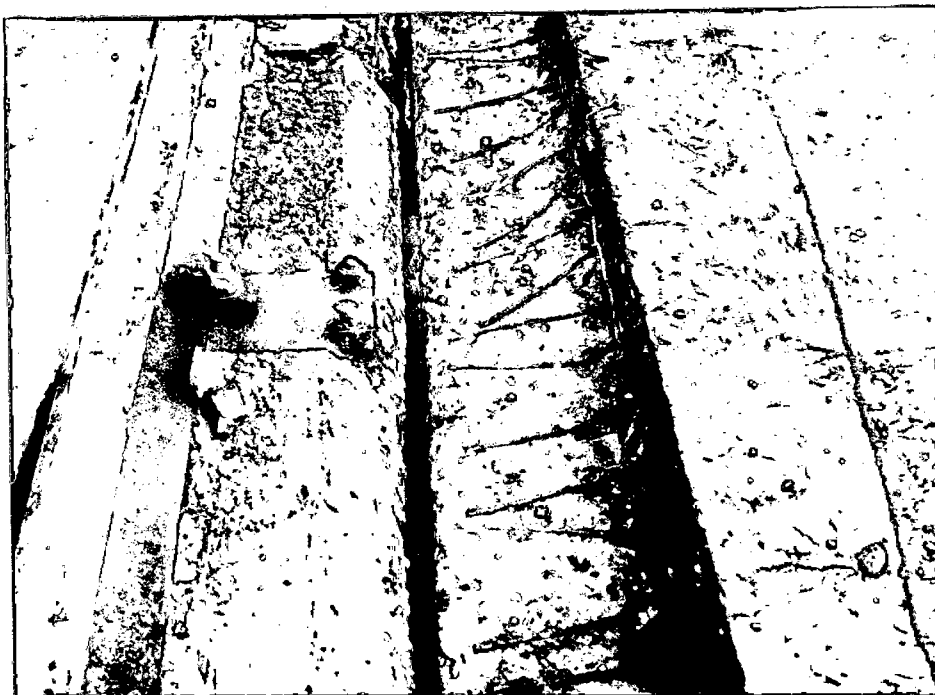
FOLHA

25



Remoção da impermeabilização e calafetação.

- b) Remoção do material de impermeabilização e calafetação conforme a foto acima, rompimento do concreto com cinazita (agregado leve) para possibilitar o aumento da espessura da placa de acabamento final, visando maior resistência, conforme a foto abaixo.



Faixa rompida, após remoção do trilho do guindaste.

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS _____

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

FOLHA

26



Preparo da junta de dilatação, com "calafate".



Junta de concretagem preparada com jato de areia.

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

FOLHA

27



Regularização da junta de dilatação com argamassa.

- c) Preparo da junta utilizando-se ferramentas pneumáticas (calafates) e jato de areia para melhorar a aderência com o concreto, fotos da folha nº 26.
- d) Regularização da superfície rompida, com argamassa de cimento para receber a impermeabilização, conforme a foto acima.
- e) Colocação do berço de corda betuminosa e argamassa de cimento no interior da junta para suporte do mastique elastômero Isojunx, conforme desenhos das folhas nº23 e nº35.
- f) Aplicação do primer para receber o Isojunx aproximadamente vinte minutos depois.
- g) Mistura manual ou mecânica dos componentes formadores do Isojunx, conforme as fotos a seguir, ou seja:
 - Catalizador - componente de cor branca;
 - Base - componente de cor escura.

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

FOLHA

28



Componentes A e B do mastique Isojunx.



Preparo do mastique Isojunx.

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS		FOLHA 29
OBRA:	USINA ILHA SOLTEIRA	
ASSUNTO:	IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO	

h) Aplicação do mastique Isojunx depois da mistura dos dois componentes preparados na proporção de três volumes de base para um volume de catalizador.

Durante o reparo foram tomados cuidados especiais de calafetação nos locais de cruzamentos de duas juntas e nos locais de passagem sob o trilho, para garantir ligações perfeitas entre as juntas novas e antigas, conforme fotos da folha nº 30.

i) O tecido de nylon de reforço de calafetação, foi colocado dentro da ranhura de dilatação, entremeado por duas camadas de Neoprene e duas de Hypalon da seguinte forma:

- Aplicação de uma camada de Neoprene e outra de Hypalon sobre a calafetação de Isojunx;
- Colocação imediata do tecido de nylon sobre as duas camadas;
- Aplicação das outras duas camadas restantes sobre o tecido de nylon.

Terminada a aplicação desse reforço, prosseguiu-se com a impermeabilização de superfície com aplicação de três demãos de Neoprene e três demãos de Hypalon, com reforço de tecido de nylon na base do trilho. Após essa impermeabilização, fez-se o enchimento da ranhura com mastique Isoplast não elastômero, com a finalidade de não deixar vazios entre o mastique Isojunx, e as membranas betuminosas seguintes, conforme fotos da folha nº 31.

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

FOLHA

30



Aplicação do mastique Isojunx.



Detalhe da aplicação do mastique Isojunx em juntas de dilatação perpendiculares.

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

FOLHA

31



Aplicação do tecido de nylon.



Aplicação do Mastique Isoplast (não elastômero).

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

FOLHA

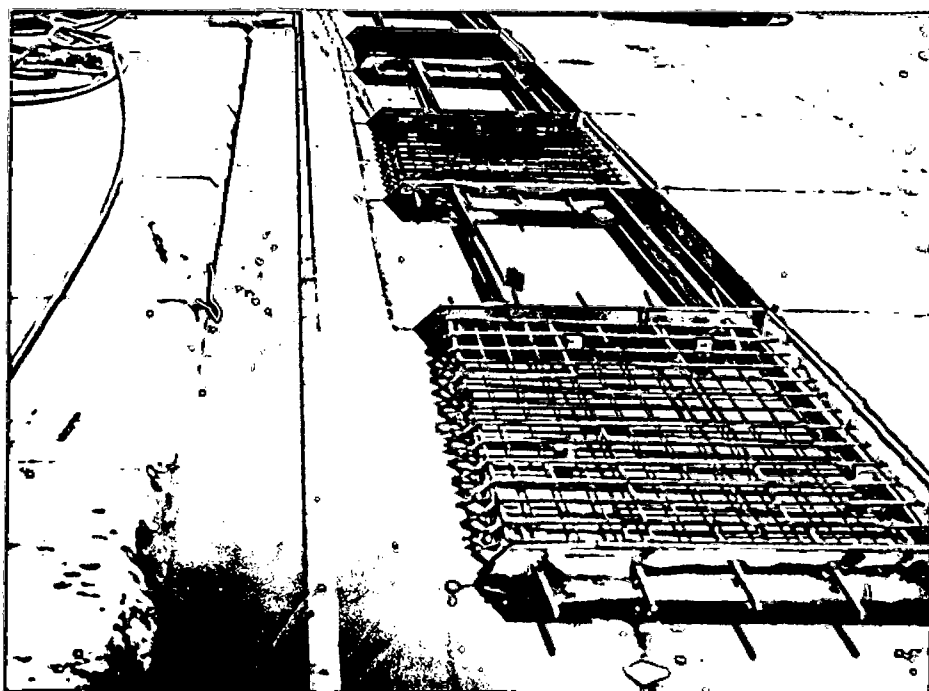
32

j) Completada a impermeabilização à base de borracha sintética, aplicou-se as membranas betuminosas, entremeadas com asfalto oxidado de penetração 20/30 a 100°C.

Decorrido doze horas, iniciava-se os testes com água durante quarenta e oito horas, para verificação da estanqueidade da impermeabilização, conforme a foto abaixo. Havendo vazamentos, os serviços eram totalmente refeitos.

l) Garantida a estanqueidade, o local era preparado com formas e armação para receber o concreto. As placas de acabamento foram concretadas mantendo-se uma junta de isopor de 2cm de espessura a cada 2m de comprimento e em todo sentido longitudinal, conforme as fotos abaixo e da folha seguinte.

m) O concreto foi fabricado com agregado de diâmetro máximo de 19mm e resistência $f_{ck} \geq 150 \text{ kgf/cm}^2$ aos vinte e oito dias, conforme especificado no projeto nº UIS.THC.01 - 3096



Teste com água para verificação da estanqueidade.

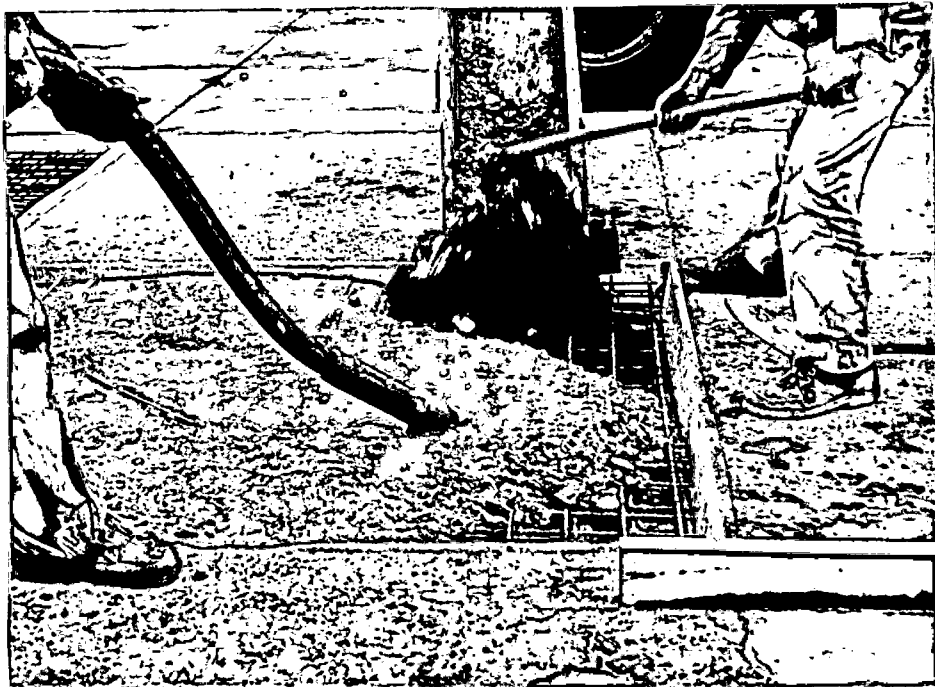
RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

FOLHA

33



Lançamento do concreto de acabamento.

4.2 - JUNTA DAS ESTRUTURAS DO HALL DE MONTAGEM (HM), CASA DE FORÇA (CF), TOMADA D'ÁGUA (TA), NA COTA 292,00, JUNTO AO TRILHO DO PÓRTICO DE 280t.

4.2.1 - Trilho de montante do Pórtico de 280t.

A sequência de execução dos serviços nesta área, foi praticamente idêntica a empregada na junta da faixa do trilho do Pórtico de 160t, conforme desenho da folha nº 35. As placas de concreto junto ao trilho, encontravam-se bastante danificadas e ligadas ao concreto de argila expandida por chumbadores; estes, por sua vez, atravessavam a impermeabilização permitindo desta maneira, infiltrações d'água pelos pontos expostos.

As placas foram totalmente removidas e executados os reparos nos locais de infiltrações, conforme a foto da folha seguinte.

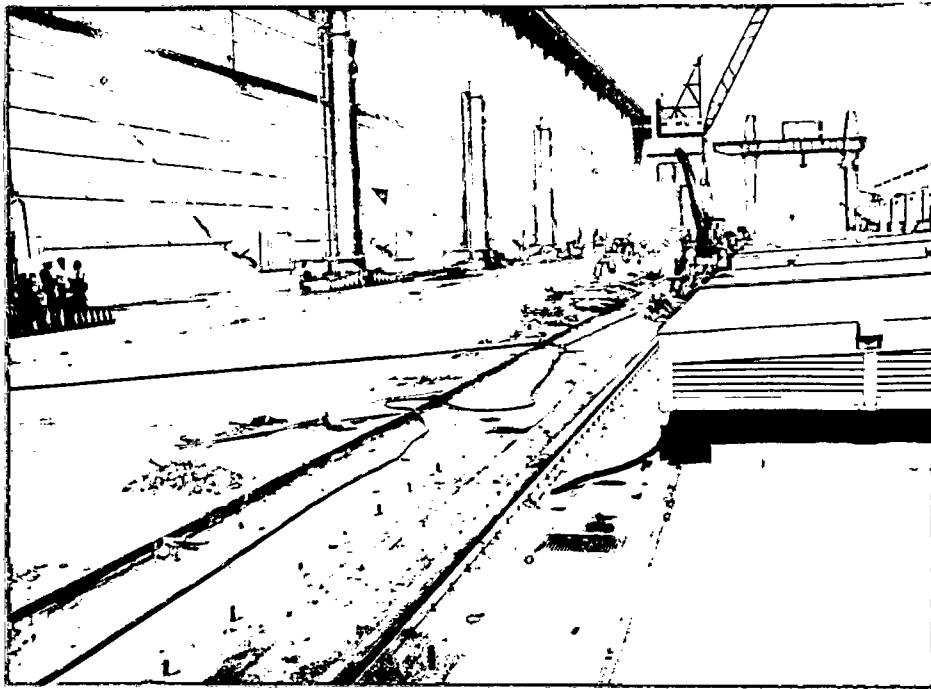
RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

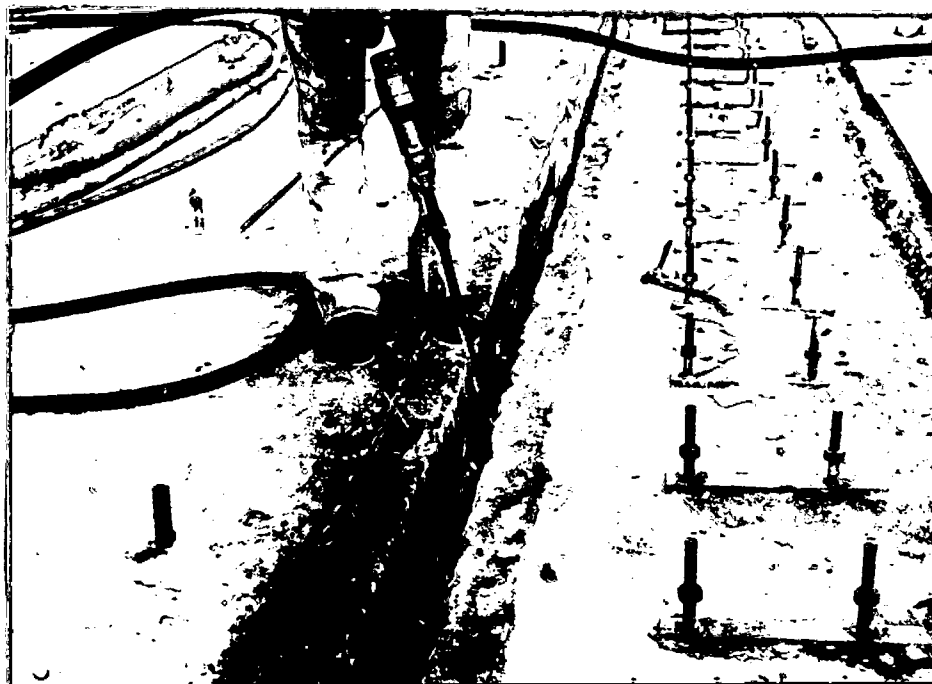
ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

FOLHA

34



*Aspecto geral dos serviços no trilho de montante do
Pôrtico de 280t.*



Limpeza da junta com "calafate".

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

FOLHA

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

35

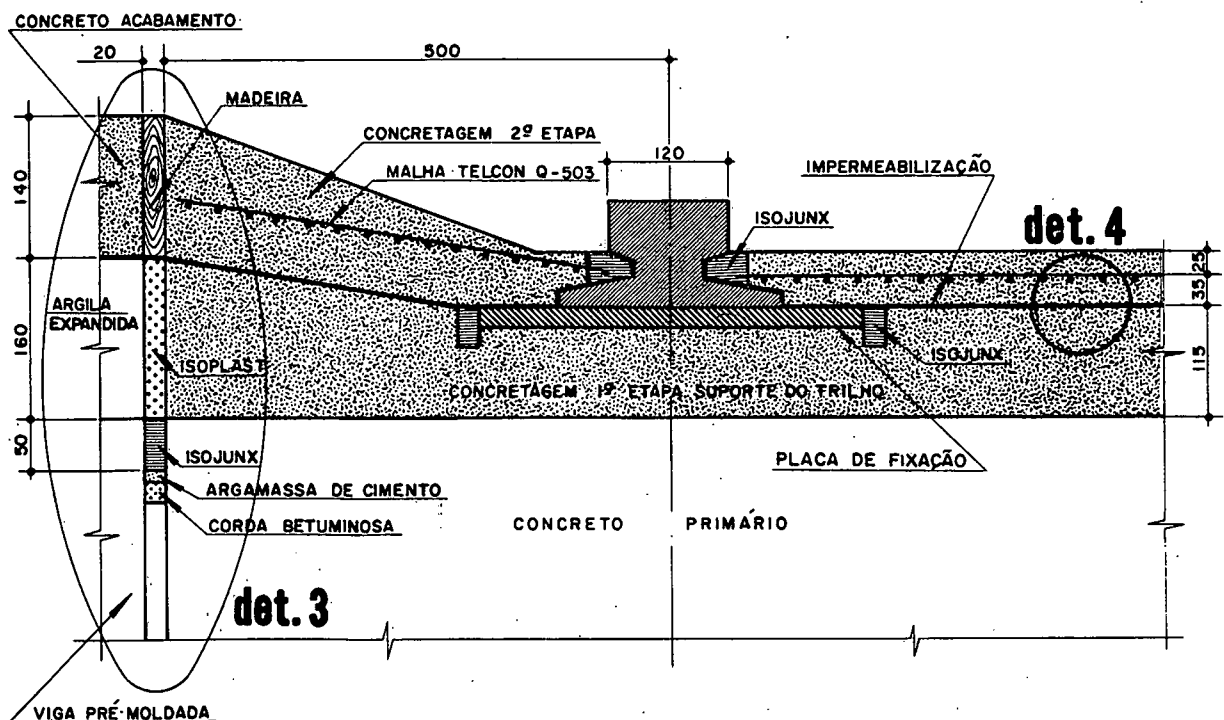
ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

O processo de preparo da junta, para receber a calafetação, é idêntico ao já citado no item 4.1.2 (B,C,D,E e F).

A calafetação com o elastômero Isojunx, foi aplicada nos seguintes locais:

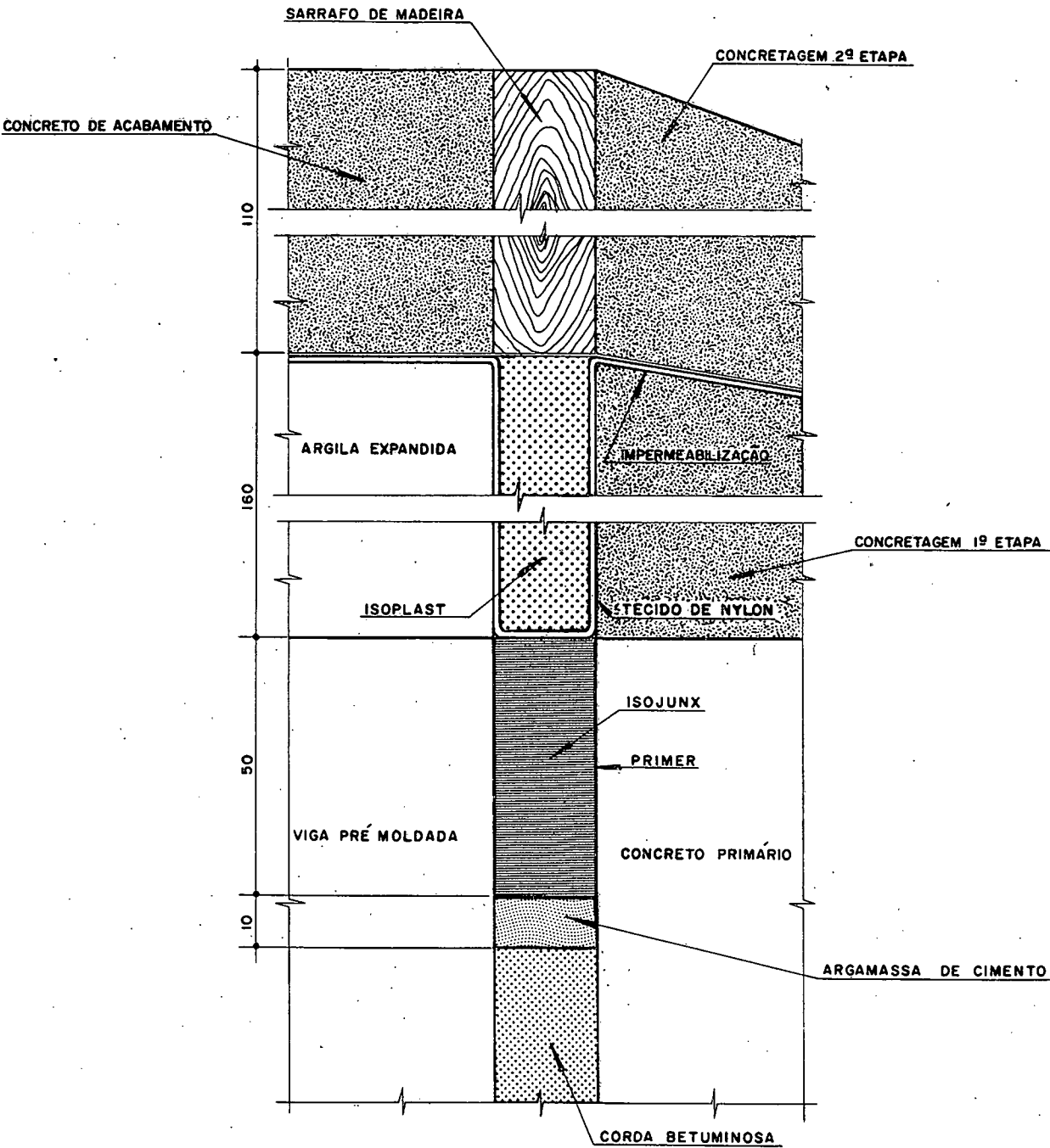
- Junta entre o concreto primário e o topo das vigas pré-moldadas da estrada (cota 292,00);
- Sobre o concreto de suporte do trilho, junto à placa de fixação;
- Entre as laterais do trilho e as placas de concreto de segunda etapa (acabamento).

As juntas criadas na base e parte superior do trilho foram preenchidas com Isojunx, com a finalidade de absorver os esforços oriundos da dilatação e ainda evitar a entrada de água entre o trilho e a impermeabilização. O teste com água para detectar possíveis infiltrações é idêntico ao já descrito no item 4.1.2 (J).

**detalhe 5**

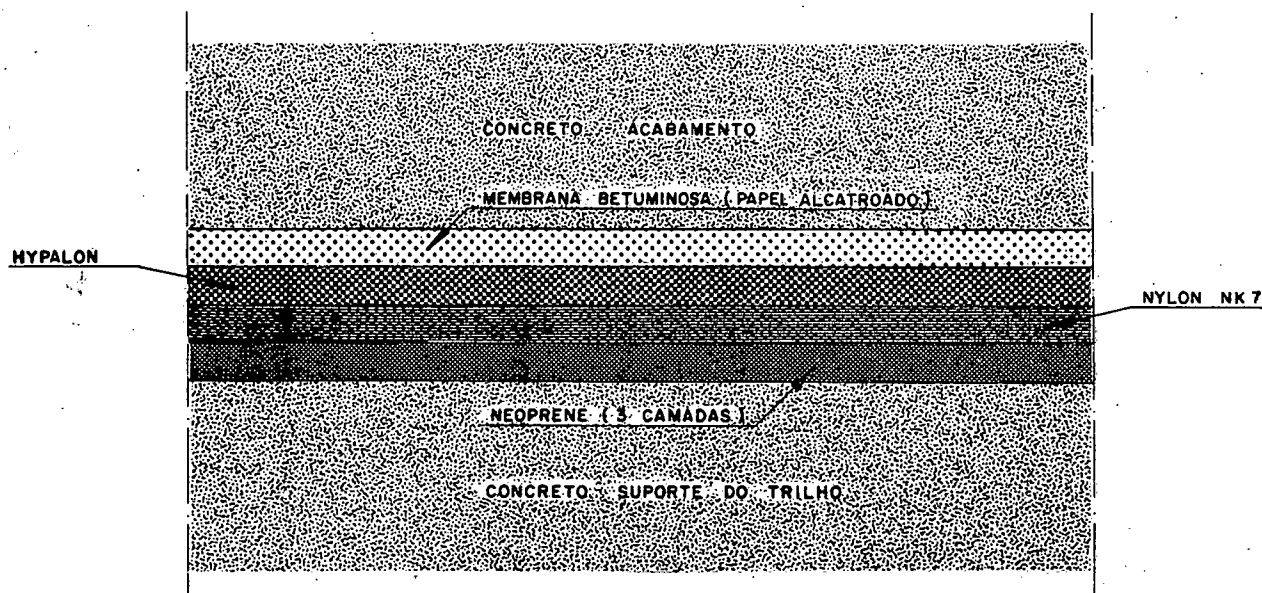
RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS		FOLHA
OBRA:	USINA ILHA SOLTEIRA	
ASSUNTO:	IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO	

36



detalhe 3

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS		FOLHA 37
OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA		
ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO		



detalhe 4

4.2.2 - Trilho de jusante do Pórtico de 280t.

No trecho compreendido entre o Hall de Montagem e a Casa de Força-04, a base do trilho do pórtico foi preenchida com "concreto seco".

Esta experiência não foi bem sucedida, pois este concreto, não resistindo aos esforços, rompeu-se e a água encontrou condições favoráveis de infiltração.

A impermeabilização foi cortada e removida numa faixa de 1,00m de largura e reconstituída analogamente ao que foi feito no trilho de montante, conforme a foto da folha seguinte e o desenho da folha nº 39.

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

FOLHA

ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

38



Rompimento do concreto junto à canaleta de cabo
do Pórtico de 280t.

Para se obter melhores condições de emenda da impermeabilização junto a canaleta de cabo, em vista da falta de espaço para o transpasse, optou-se pelo cordão de mastique embutido sob a canaleta, servindo de união entre a impermeabilização antiga e impermeabilização reconstituída. Do lado oposto foi feito o transpasse de aproximadamente 40cm, conforme foto da folha seguinte.

Em seguida foram executadas as placas de concreto de acabamento e proteção final da impermeabilização.

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

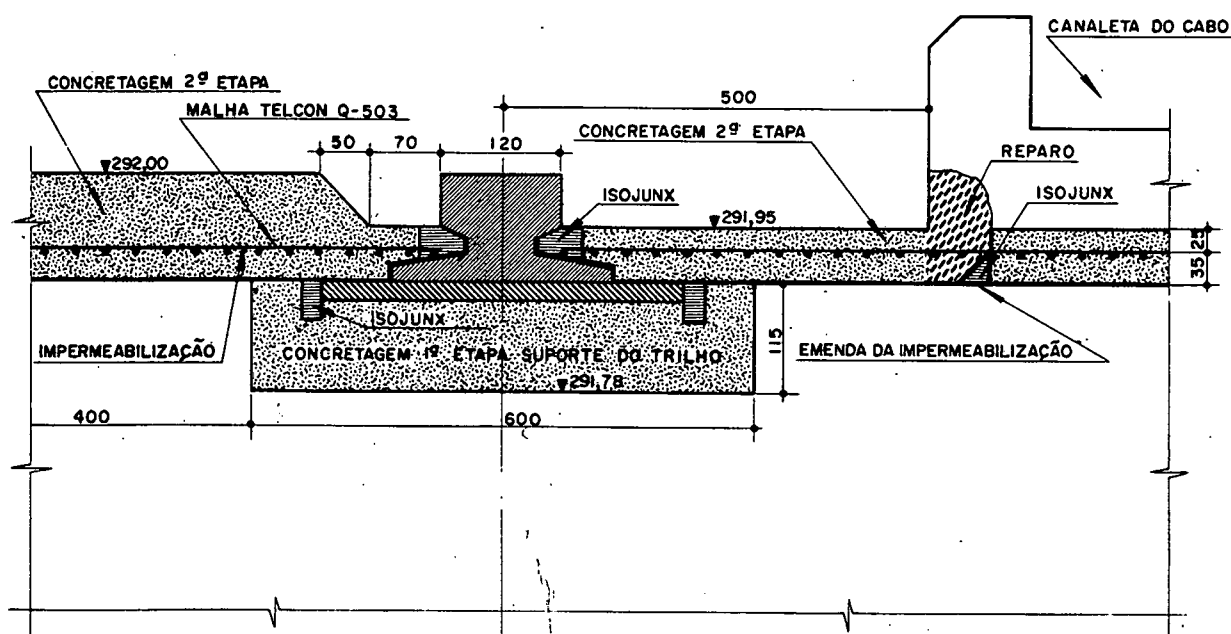
ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

FOLHA

39



Canaleta de cabo do Pórtico 280t - Reparo da impermeabilização concluído.



detalhe 6

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

FOLHA

40

4.3 - JUNTAS DE DILATAÇÃO TRANSVERSAIS ENTRE AS LAJES DE COBERTURA DA CASA DE FORÇA - COTA 292,00.

4.3.1 - Rompeu-se as placas de concreto nos locais onde ocorriam as infiltrações, conforme foto abaixo.

Em seguida, foi feito o teste com água para melhor detectar os pontos de vazamentos.



Remoção da impermeabilização da faixa do trilho dos transformadores.

4.3.2 - Corte e remoção da impermeabilização numa faixa de 10cm de cada lado na junta, conforme foto da folha seguinte.

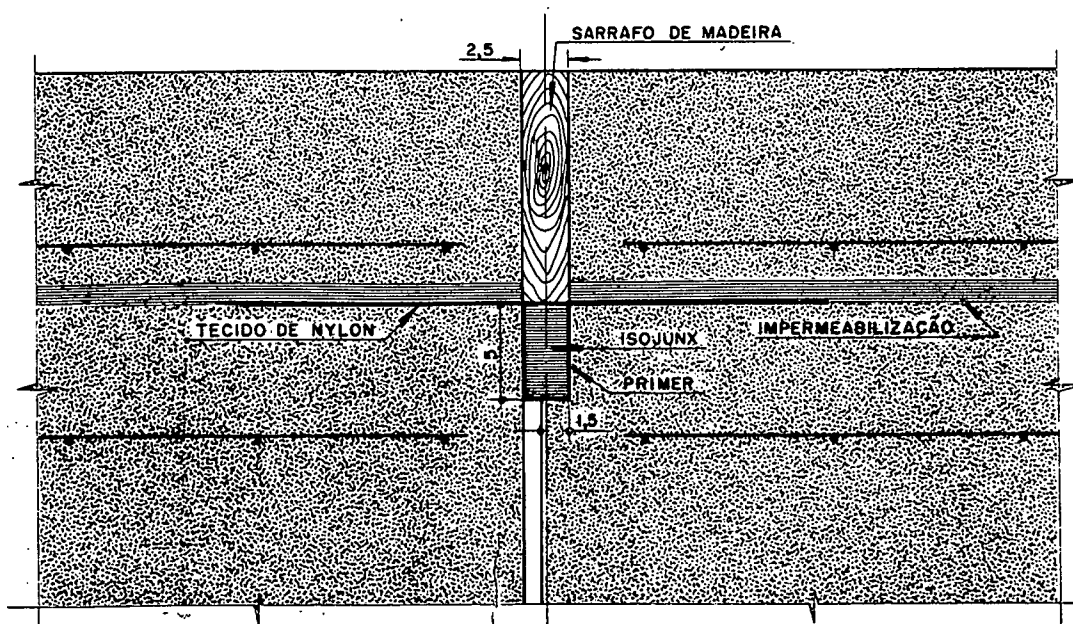
RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS——		FOLHA 41
OBRA:	USINA ILHA SOLTEIRA	
ASSUNTO:	IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO	

4.3.3 - Remoção do mastique alterado, limpeza e secagem da junta para aplicação do novo mastique Isojunc.

Em seguida, fez-se a impermeabilização, com Neoprene, Hypalon, tecido de nylon e membranas betuminosas intercaladas com asfalto oxidado a 100°C.



Junta preparada para receber a calafetação e impermeabilização.



Detalhe Típico da Calafetação das Juntas entre as Lajes

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

FOLHA

42

- 4.3.4 - Concluída a impermeabilização, iniciava-se o teste de estanqueidade com duração de aproximadamente quarenta e oito horas. Terminado o teste e não havendo vazamentos, executava-se o acabamento.



Ensecadeira para execução do teste com água.

- 4.3.5 - Ocorrência.

Decorridos três a quatro meses de conclusão dos reparos da impermeabilização, notou-se nesses mesmos locais novas infiltrações para o interior da laje. Feita a abertura e inspeção da junta, verificou-se que o mastique encontrava-se descolado ou trincado em um dos seus lados ao longo da superfície vertical da ranhura.

Os vazamentos eram mais ou menos acentuados em função das variações do clima e temperatura do dia.

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

FOLHA

43

4.3.6 - Testes de calafetação com aplicação de Igas K.

Com o insucesso dos reparos da calafetação com Isojunx nas juntas de dilatação na Casa de Força, decidiu-se testar outro material para ser aplicado nessas juntas.

O mastique testado foi o Igas K da Sika, a base de alcatrão e tratado com polímero de cloreto polivinil, que teve o comportamento de vedação idêntico ao mastique Isojunx, conseguindo vedar as infiltrações por dois a três meses, vindo depois apresentar novamente vazamentos nos mesmos locais anteriormente reparados.

O Igas K, foi preparado em "banho maria" até alcançar a temperatura especificada, em torno de 140°C. Para melhores condições de trabalho, foi construída uma caldeira sobre carrinhos para deslocamento e aplicação do material ao longo das juntas, conforme foto abaixo.

Para impermeabilização de superfície utilizou-se de Neoprene, Hypafon e Asfalto Oxidado, protegida com as placas de concreto de acabamento final de superfície.



Equipamento de preparo do Igas K.

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

FOLHA

44

4.3.7 - Drenagens das infiltrações d'água nas juntas de dilatação das lajes da Casa de Força.

Constatada a impossibilidade de vedação das juntas de dilatação entre as lajes da Casa de Força, optou-se pela captação e condução da água de infiltração sob a laje de cobertura da Casa de Força e junta dos pilares.

Para captação da água de infiltração foram colocadas nas partes inferiores das vigas, calhas de chapa galvanizada com as extremidades do lado montante embutidas 5cm nos pilares e fixadas com parafusos e buchas Fischer S-6 embutidas no concreto, percorrendo toda extensão da junta entre os pilares I a VI e parede de jusante com uma inclinação de 0,6%, ligada ao tubo de drenagem de óleo dos transformadores. Para a vedação entre a superfície do concreto e a folha galvanizada foi usada uma fita de borracha sintética comprimida por uma barra de ferro chato presa pelos parafusos de fixação, conforme desenhos e fotos das folhas seguintes.



Local de colocação da calha.

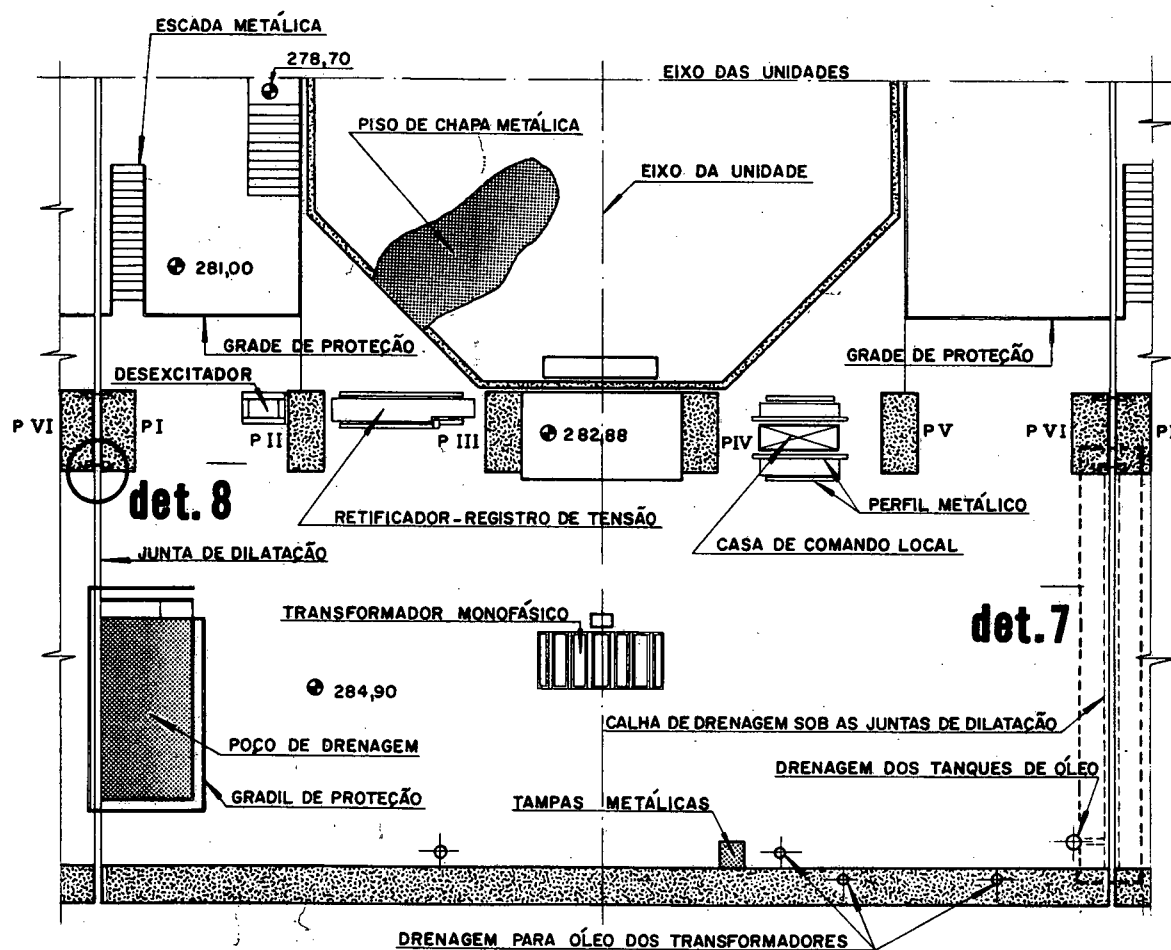
RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

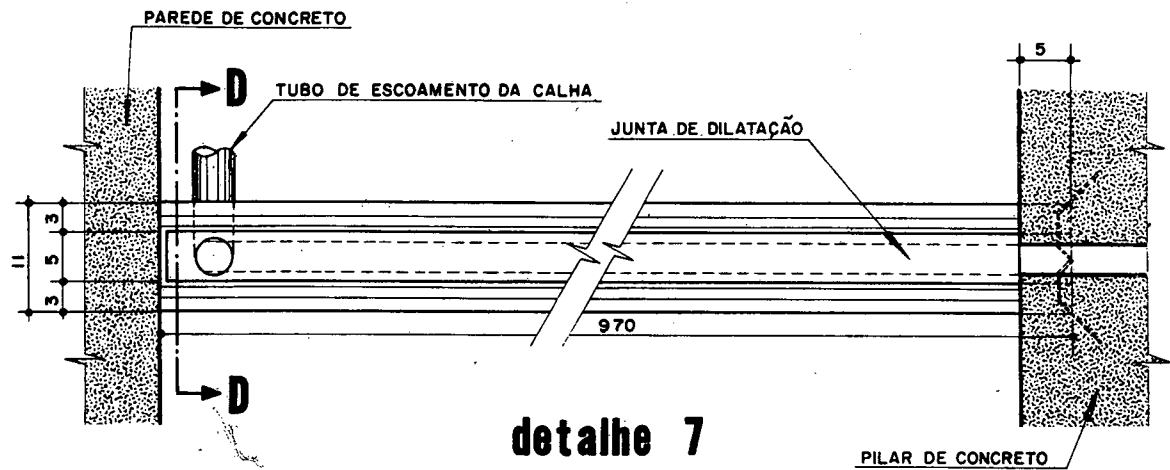
FOLHA

45

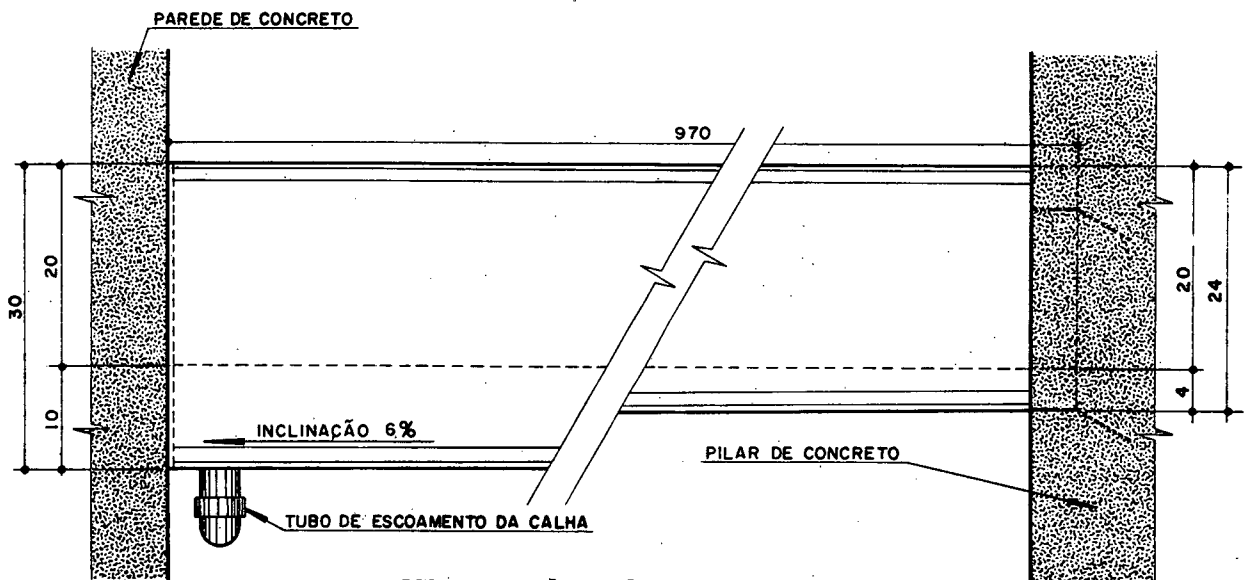


Planta na cota 284,90 da Casa de Força

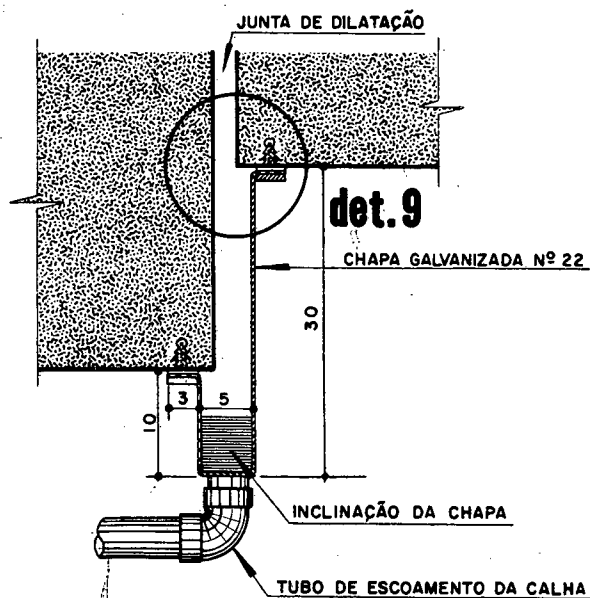
RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS		FOLHA 46
OBRA:	USINA ILHA SOLTEIRA	
ASSUNTO:	IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO	



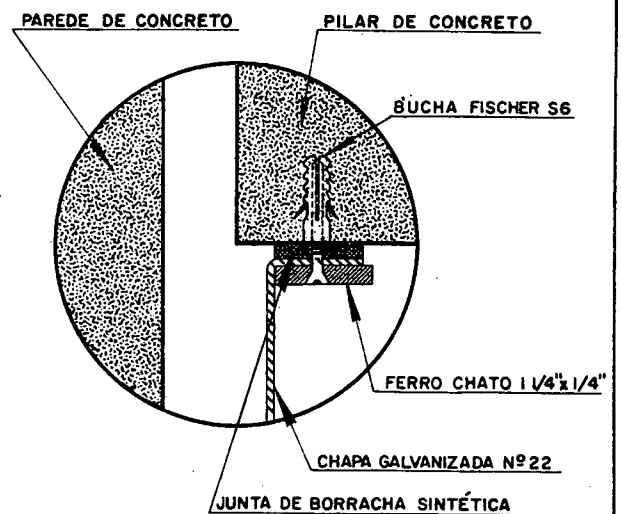
detalhe 7



Vista do detalhe 7



Corte D-D

**detalhe 9**

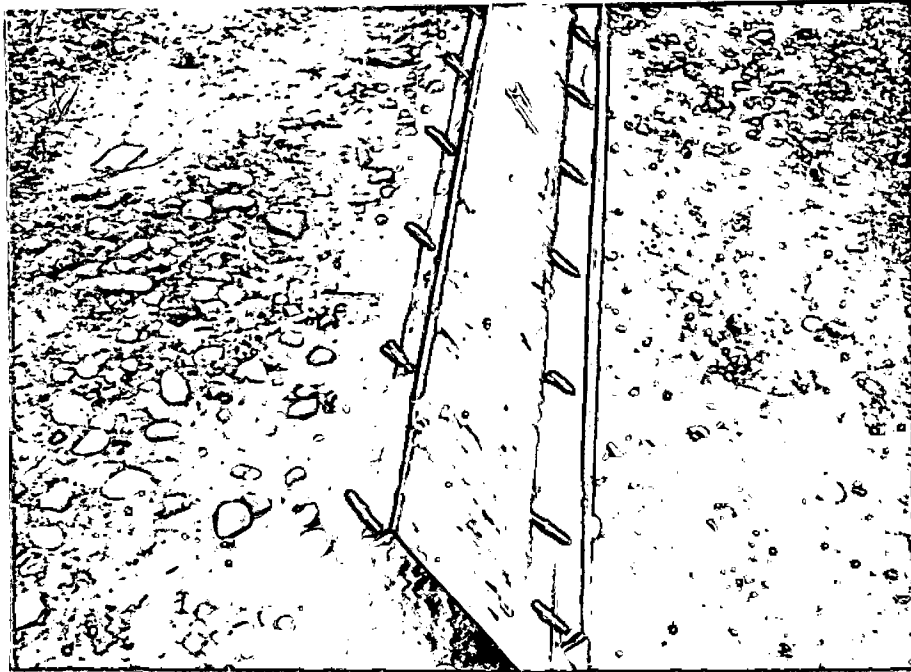
RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

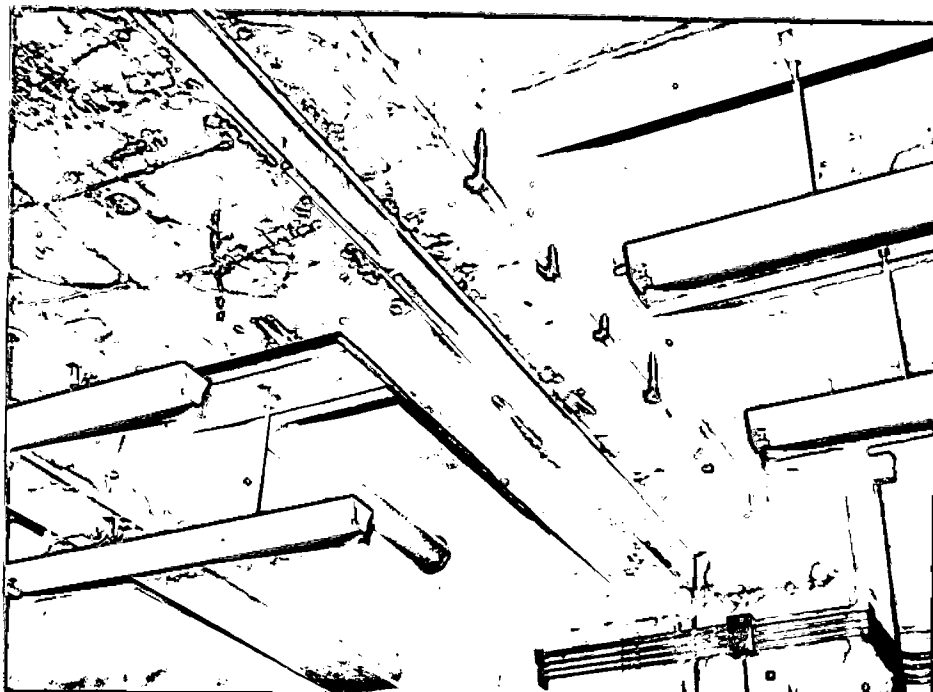
ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

FOLHA

47



Aspecto da calha, antes de ser colocada.



Calha colocada sob a viga da laje.

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

FOLHA

48

4.3.8 - Drenagens das juntas dos pilares.

Entre as juntas de dilatação dos pilares I/VI que suportam as lajes de cobertura da Casa de Força, foram embutidas folhas de aço galvanizado em forma de (V), e juntas Compriband para confinamento e dispersão das infiltrações dentro das juntas da própria estrutura, conforme fotografia abaixo e desenho da folha nº 49. A folha de aço galvanizada foi colocada nas juntas das duas faces dos pilares.



Aspecto do acabamento da junta do pilar.

Na parte de montante, a chapa foi colocada entre o teto da laje da Casa de Força e o piso da galeria dos geradores, na cota 281,00. Na parte de jusante, a chapa foi colocada no trecho entre o teto da mesma laje com o piso da galeria dos quadros elétricos da cota 284,90.

Da cota 284,90 a cota 281,00, que compreende a galeria dos cabos, colocou-se juntas Compriband, conforme desenho da folha nº 49.

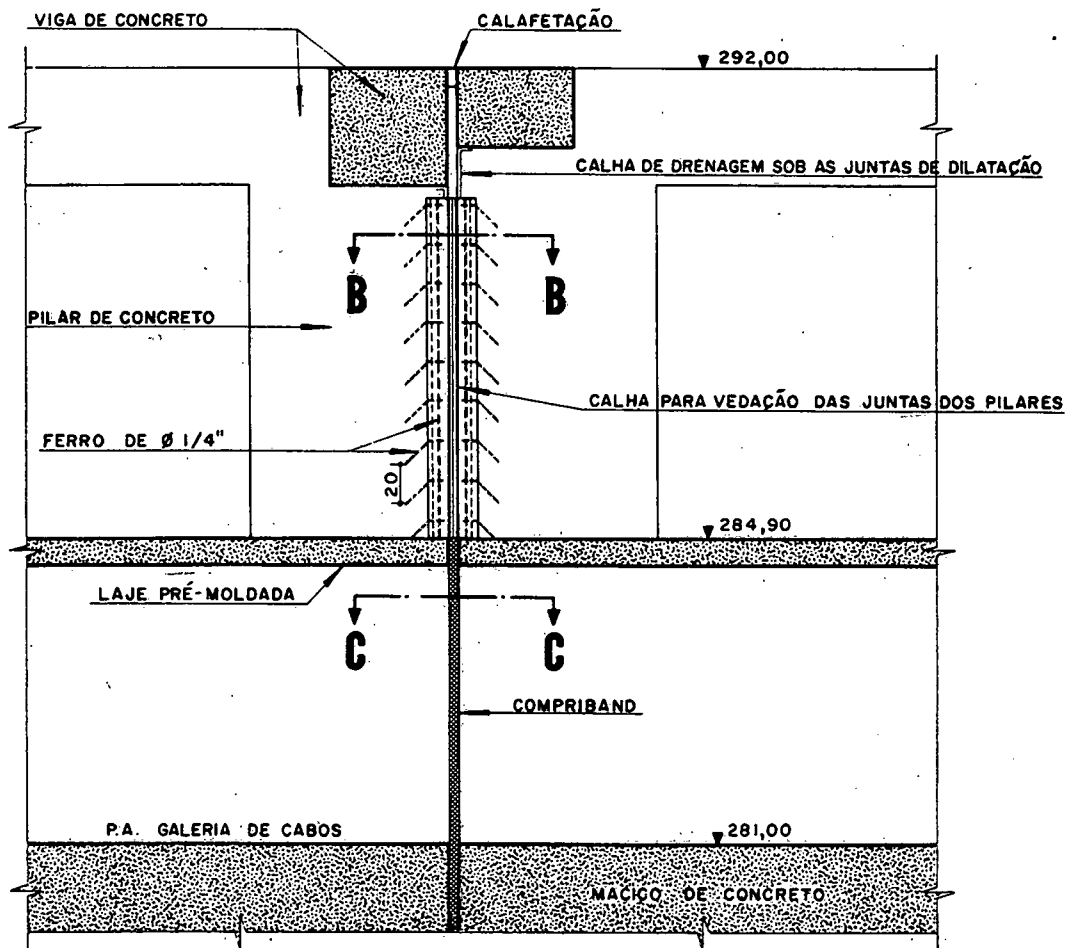
RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

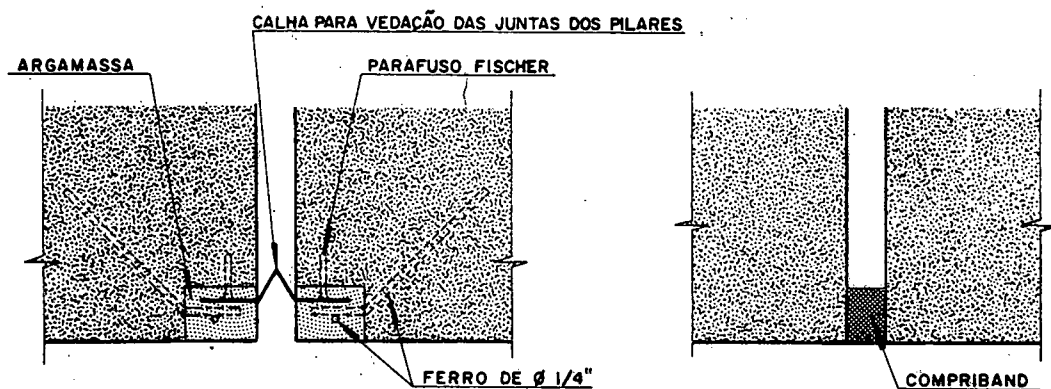
ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

FOLHA

49



detalhe 8



Corte B-B

Corte C-C

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS		FOLHA
OBRA:	USINA ILHA SOLTEIRA	
ASSUNTO:	IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO	

4.4 - IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO NOS TANQUES COLETORES DE
ÓLEO DOS TRANSFORMADORES DE 170 MVA (UNIDADE 01 A 20).

4.4.1 - Construção dos tanques.

Os tanques coletores de óleos dos transformadores de 170 MVA da U-01 a U-20 foram construídos com chapas de aço, sendo incorporados ao concreto da laje da Casa de Força, na cota 292,00. O processo de construção dos tanques das unidades de 01 a 04 foi diferente dos demais.

Nas unidades de 01 a 04, os tanques foram montados dentro dos nichos deixados no concreto da laje. Nas unidades de 5 a 20 os tanques foram montados e concretados junto com as lajes. Os vazios existentes entre as chapas de aço e o concreto foram eliminados através de aplicação de injeções de calda de cimento em todos os tanques dos grupos de 01 a 20.

4.4.2 - Processo empregado nas unidades 01 a 04.

Nestas unidades aplicamos o mastique Isojunx para calafetar o contacto chapa de aço e concreto de acabamento.

O processo não obteve êxito, pois a água penetrou por este contacto e percolou por entre o concreto e a chapa metálica do tanque, até atingir a parte inferior da laje.

Em seguida, a água infiltrou-se pelas fissuras do concreto, surgindo no teto da galeria dos painéis de controle (cota 284,90), conforme desenhos das folhas nº 51 à 53.

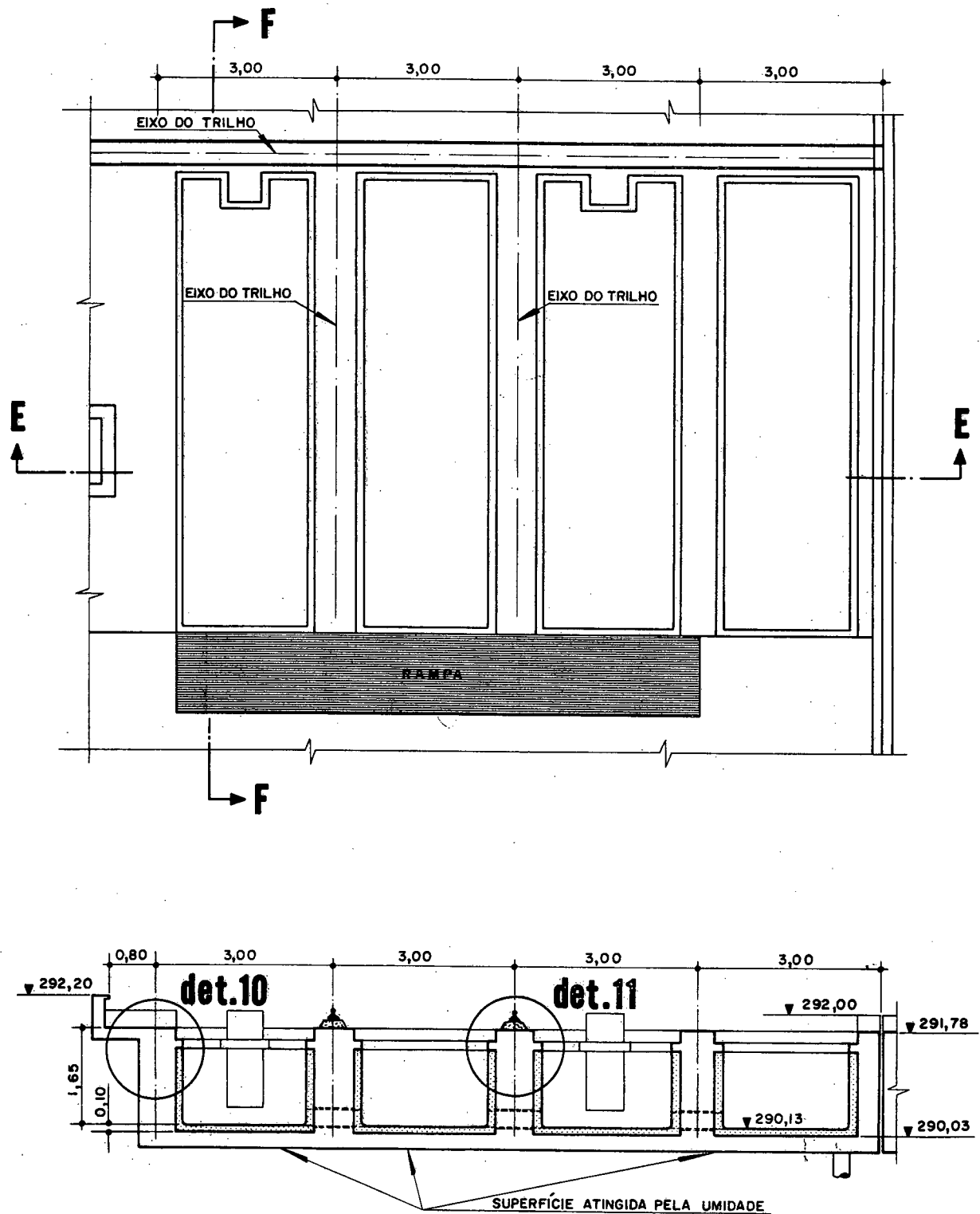
RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

FOLHA

51



Corte E-E na unidade 01 a 04

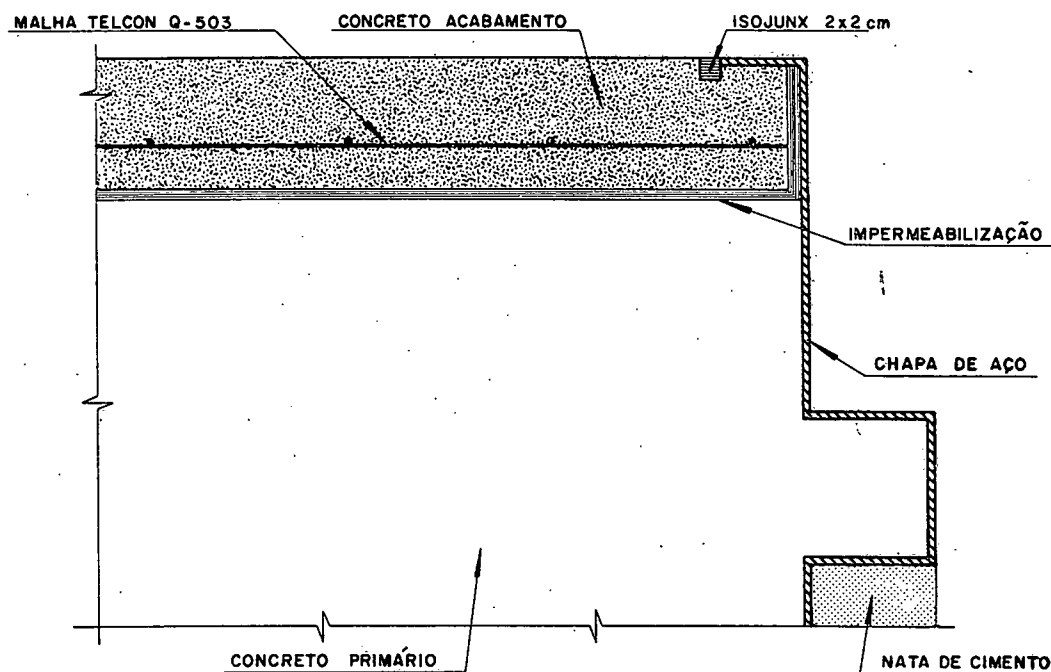
RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

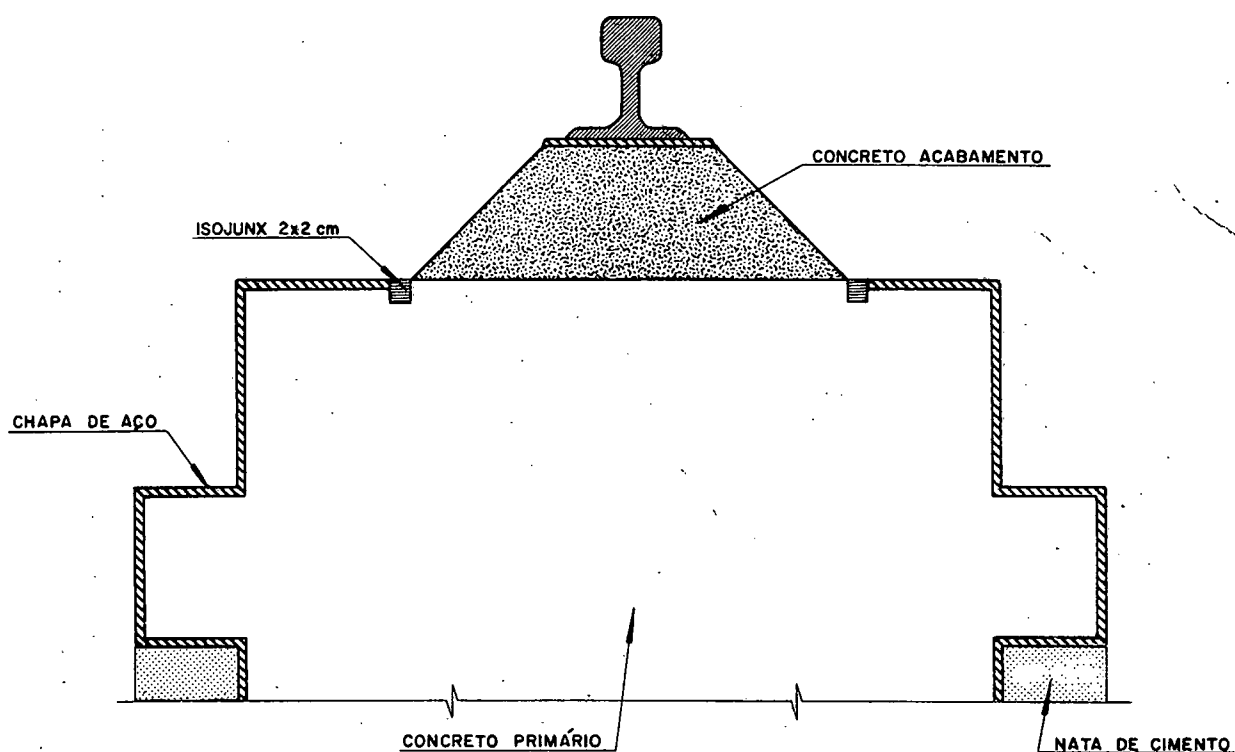
ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

FOLHA

52



detalhe 10



detalhe 11

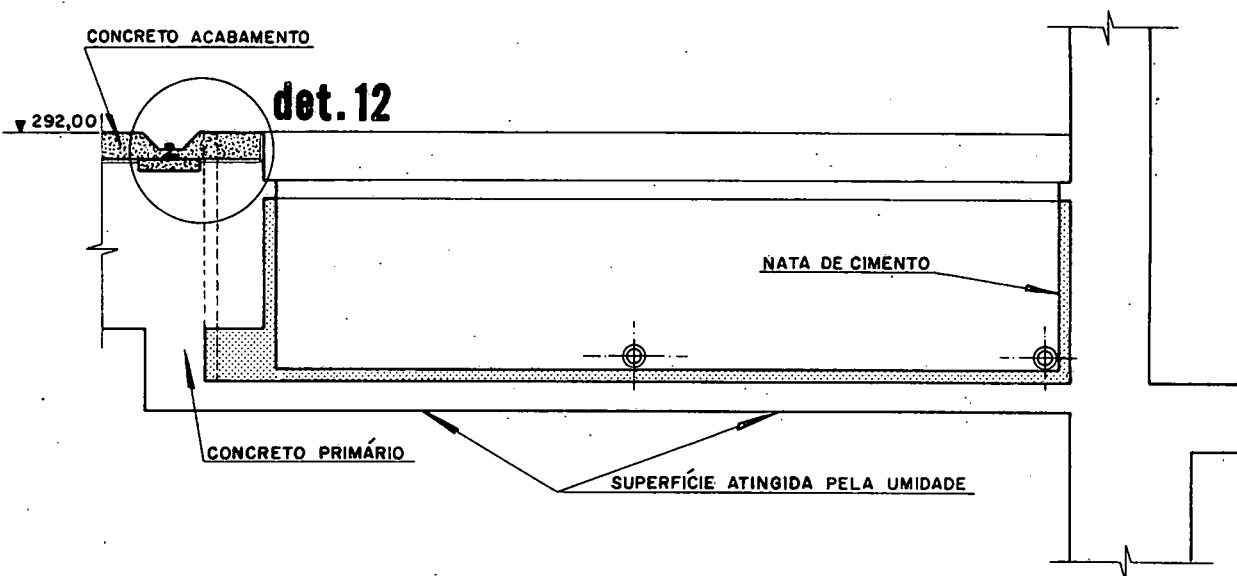
RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

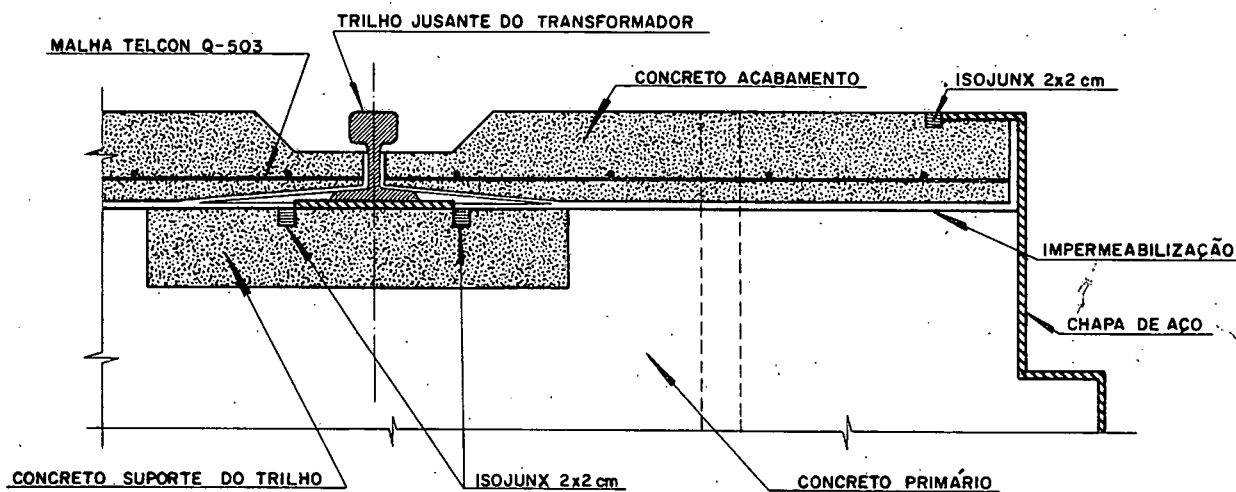
ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

FOLHA

53



Corte F-F na unidade 01 a 04



detalhe 12

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

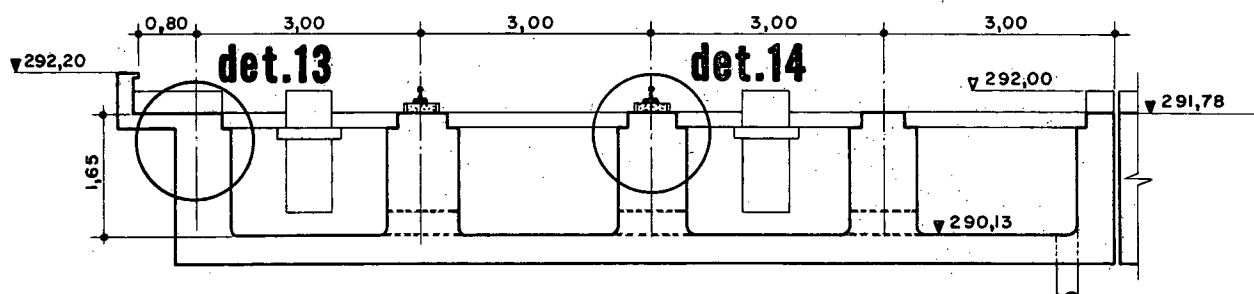
ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

FOLHA

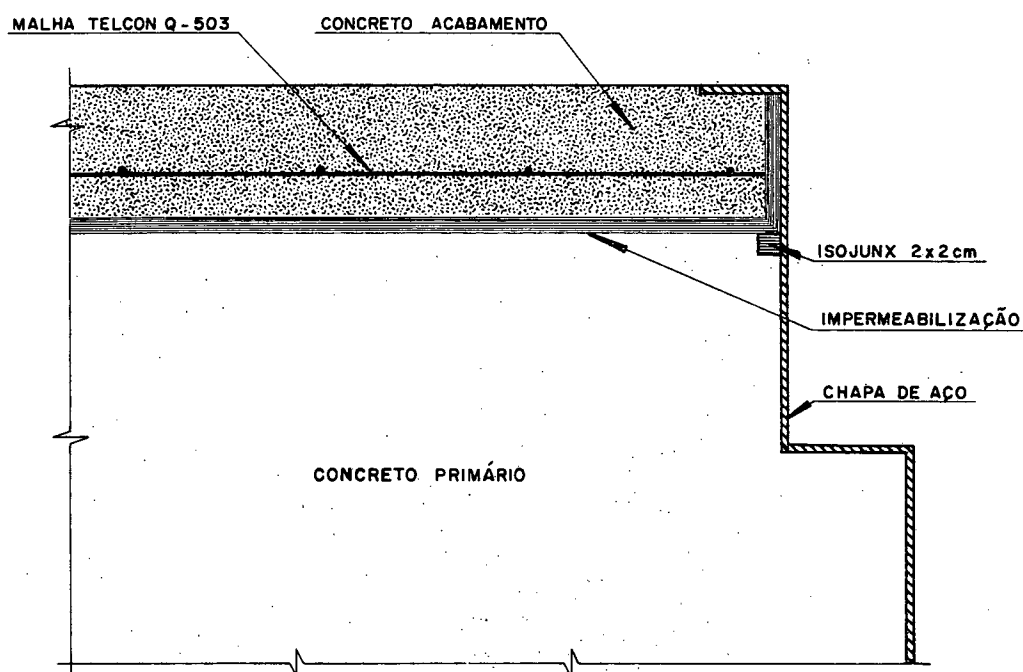
54

4.4.3 - Processo empregado nas unidades 05 a 20.

Nestas unidades, empregamos outra técnica, ou seja, aplicamos o mastique Isojunx para calafetação, no contacto chapa metálica - concreto primário, sob a impermeabilização e o concreto de acabamento.



Corte E - E nas unidades 05 a 20



detalhe 13

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

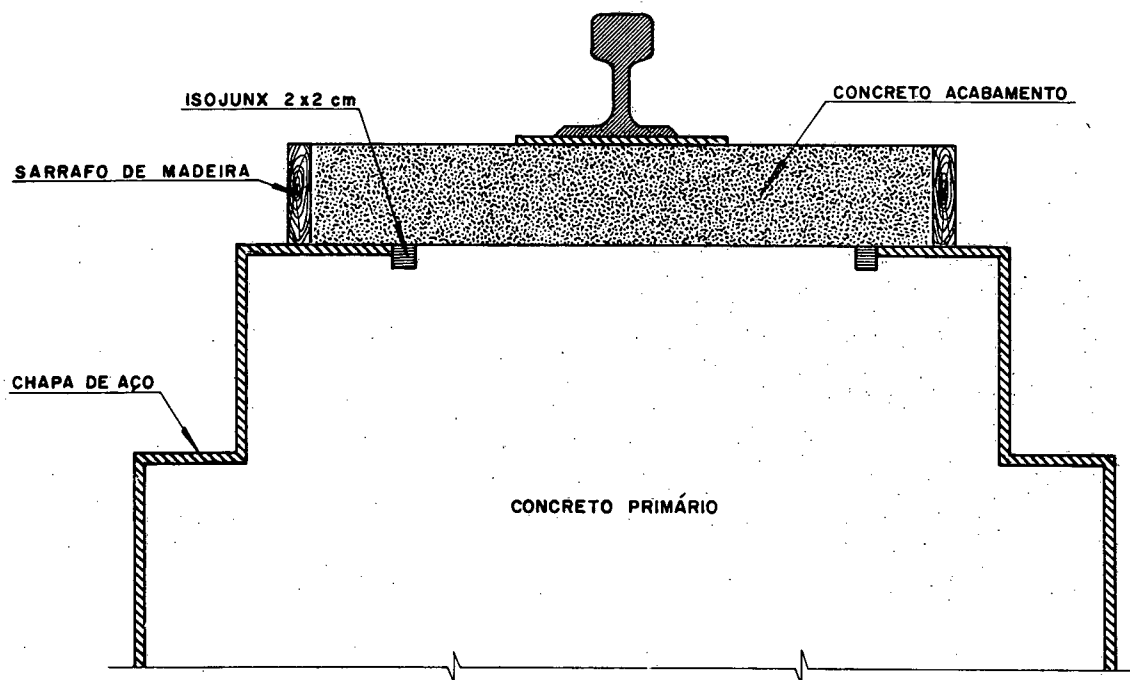
OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

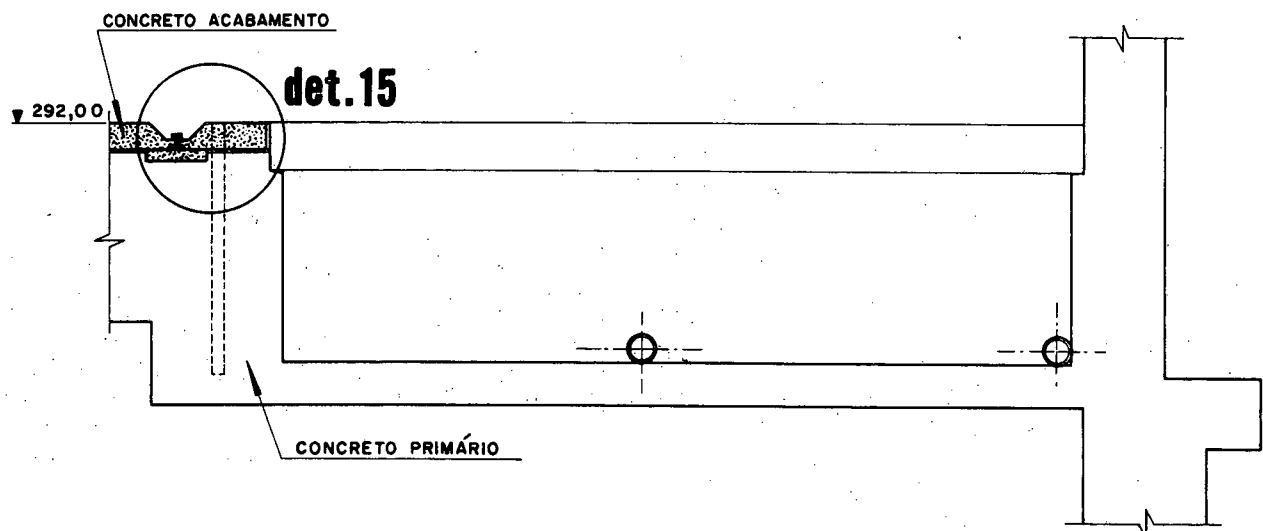
FOLHA

55

Nas vigas de concreto do trilho, aproveitamos o próprio concreto de enchimento da base do trilho, para proteção da impermeabilização e calafetação, conforme desenhos a seguir.



detalhe 14



Corte F - F nas unidades 05 a 20

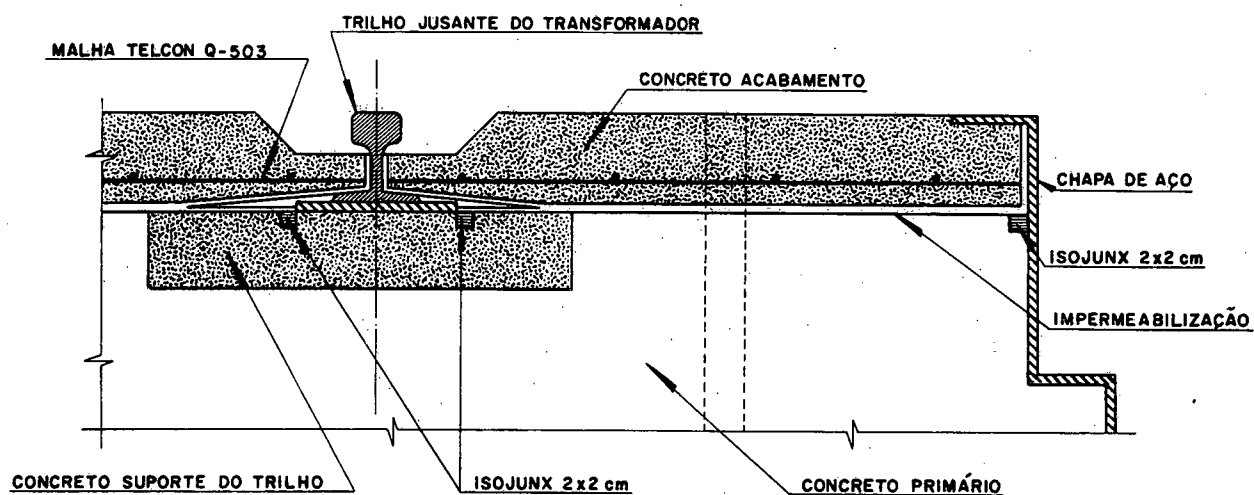
RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: USINA ILHA SOLTEIRA

ASSUNTO: IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO

FOLHA

56



detalhe 15

Todas as alterações de projeto executadas pela Fiscalização, descritas nestem item, tiveram êxito total eliminando definitivamente as infiltrações.

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS		FOLHA 57
OBRA:	USINA ILHA SOLTEIRA	
ASSUNTO:	IMPERMEABILIZAÇÃO E CALAFETAÇÃO	

TRABALHARAM NA ELABORAÇÃO DESTE RELATÓRIO

ENGº NIVEO AURÉLIO VILLA

ENGº MAURÍCIO TONZAR

ENCº OBRAS ROBERTO JOSÉ DA SILVA

APRESENTAÇÃO GRÁFICA:

SERVIÇO DE TECNOLOGIA DO SETOR TÉCNICO - EUI/T

REPRODUÇÃO:

GRÁFICA VHI